amateur
reihe

251

electronica

Otthermann Kronjäger

Rechenprogramme für die Amateurtechnik

Neuerscheinungen im Brandenburgischen Verlagshaus

Mikroelektronik in der Amateurpraxis 4

Interessante Einsatzgebiete der Mikroelektronik werden in fünf unterschiedlichen Beiträgen erschlossen. Wie sich digitalisierte Bildvorlagen und NF-Signale mit dem Computer aufnehmen, verarbeiten und wiedergeben lassen, wird im ersten Beitrag beantwortet. Ein anderer Abschnitt widmet sich der Arbeit mit Datenbanken. Dazu wird das System REDABAS ausführlich beschrieben. Informationen zu einem relativ neuartigen Operationsverstärker-Prinzip vermittelt der Beitrag zum AK 317 D. Dem Praktiker auf dem Gebiet der Rundfunkempfängertechnik wird eine allen Ansprüchen genügende Konzeption vorgestellt, deren Nachbaufähigkeit durch Schaltungs- und Leiterplattenentwürfe sowie Konstruktionsunterlagen zum Gehäuse unterstützt wird. Ein Beitrag zur Videotechnik rundet das Themenspektrum ab.

Elektronikmagazin 2

In der 2. Ausgabe dieses Magazins werden folgende Beiträge veröffentlicht: Leiterplatten selbstgemacht; Knigge für Mikrofone; Oszilloskopieren – aber richtig?; Vom „Ur"-Moog zum Fairlight III; Das Betriebssystem MS-DOS; Frequenzlineare LED-Skale für UKW-Tuner; Universell einsetzbar: Temperatur-/Spannungs-Wandler; Softwarequalität oder: Wie man Programme schreiben sollte; Dampflokgeräusche für die Modellbahn; Vom Schalter zum Roboter (Teil 1).

Manfred Kramer

Betriebssystem CP/M – Aufbau und Anwendung

Auf der Basis der momentan noch sehr verbreiteten 8-Bit-Technik bietet sich die Nutzung des Betriebssystems CP/M und seiner vielen Varianten an. Dazu werden in dieser Broschüre die Bestandteile von CP/M CCP, BDOS, BIOS erklärt und ihre wichtigen Funktionen vorgestellt. Weitergehende und überwiegend standardisierte Software, wie Word-Star, Turbo-Pascal, dBase, Power usw., wird bezüglich seiner Anwendbarkeit kurz erläutert.
Erhältlich im Buchhandel. Bei Bezugsschwierigkeiten wenden Sie sich an das Brandenburgische Verlagshaus, Storkower Straße 158, Berlin, 1055

electronica • Band 251

OTTHERMANN KRONJÄGER

Rechenprogramme für die Amateurtechnik



BRANDENBURGISCHES
VERLAGSHAUS

Berichtigungen

S. 7 Erster Anstrich: Statt R_1 und R_V stehen R1 und RV
S. 10 Es muß heißen: 3. Programme und Erläuterungen
S. 14 . . . daß für x = A bzw. x = B . . .
S. 19 Z. 190: B = (1/N) * (K2 – A * K1)
Z. 220: . . . K6 = – (0.362 + B)/A
S. 20 Z. 230: . . . WERTE D.VERTEILUNGSFUNKTION VF = ";VF
S. 22 Z. 30 bis 50: . . . R1 bis zur Zeit T1 und der Gesamtanzahl der Ausfälle R2 bis zur Zeit T2.
Z. 220: . . . (AR = XO)
S. 26 Z. 180, 220, 230, 240, 250, 260: statt "ö" das Symbol "|"
S. 47 Z. 260: PRINT "RESONANZ D.KAPAZITAET"
S. 48 Z. 230: PRINT "VERLAENGERUNG D.SPULE, VERKUERZUNG D.KONDENSATOR"
S. 58 Z. 60: . . . statt "ö" das Symbol "|"
S. 60 Z. 60: . . . statt "ö" das Symbol "|"
Programm 46 . . . soll gezeigt "werden" (zusammen)
S. 63 Z. 100: . . . 987654

Hinweis: Zur Erleichterung in die Einarbeitung in BASIC wurden bei den Erläuterungen die Darstellung R_1 und R1 genommen.

Kronjäger, O.:
Rechenprogramme für die Amateurtechnik. –
Berlin: Brandenburg. Verl.-Haus, 1990. –
96 S. – (electronica 251)

ISBN 3-327-00945-7

1. Auflage, 1990

Printed in the German Democratic Republic
Satz: Theuberger Verlag Berlin GmbH
Druck und buchbinderische Weiterverarbeitung:
Druckhaus Schöneweide
Lektor: Steffen Würtenberger
Typografie: Martina Schwarz
Redaktionsschluß: 15. Februar 1990
LSV 3539
Bestellnummer: 747 333 1

Inhaltsverzeichnis

Vorwort

Dieser Band wendet sich an jene Leser, die mit ihrem Computer technische Aufgaben lösen möchten. Da nachfolgend nur Programme angegeben werden, ist vorauszusetzen, daß die gängigen Schlüsselwörter und Anweisungen bekannt sind. Infolge der nicht ausreichenden Standardisierung von BASIC, kann es bereits bei zwei verschiedenen Computertypen auch unterschiedliche Interpretationen geben. Die Programme sind so aufgestellt, daß sie mit den am meisten verbreiteten Heimcomputern angewendet werden können (siehe dazu auch die entsprechenden Erläuterungen und Hinweise zu den Programmen). Eine eventuelle Übersetzung ist dann leichter möglich.
Der Schwerpunkt der angebotenen Programme liegt bei der Lösung von Aufgaben in der Amateurtechnik. Ferner werden Testauswertungen und Zuverlässigkeitsfragen in der Geräteentwicklung wie der Qualitätssicherung bei Fertigung mit dazu geeigneten Programmen bedacht. In einer Reihe von Programmen wird sich mit der angewandten Mathematik in der Praxis beschäftigt.
Im letzten Teil der angebotenen Programme folgt die sogenannte Pseudo-Grafik. Dieser Teil soll dem Leser Varianten zeigen, wie Kurvenverläufe und Histogramme dargestellt werden können. Wenn es die technischen Voraussetzungen eines Computes ermöglichen, können auch Grafik-Programme verarbeitet werden.
In einem gesonderten Abschnitt sind die Ergebnisse der RUN-Abarbeitung aufgeführt.
Zuletzt noch ein Wort des Dankes an alle die Kollegen, die bei der Verwirklichung der Programme geholfen haben. Besonders sei dabei an die Kollegen Dipl.-Ing. Walsch und Dipl.-Phys. Wünsche gedacht.

1. Allgemeine Bemerkungen zum Gebrauch der Programme

Die Programme sind so angefertigt, daß sie von den meisten Heimcomputern angewendet werden können. Die speziellen Eigenheiten jedes Computertyps (Dialekt) kann man größtenteils umgehen. Ist eine Übersetzung an einigen Stellen eines Programms erforderlich, so würden diese den Computernutzern kaum Schwierigkeiten bereiten. Die vorgestellten Programme wurden mit dem *ATARI 800 XL* aufgestellt und erprobt.
Es folgen einige Hinweise, die bei Anwendung der Programme zu beachten sind.

- Bei PRINT CRH$(X) muß X gleich dem speziellen Wert sein, der eine Löschung des Bildschirmes bei der Anweisung RUN zur Folge hat. Zahlenwerte für X sind z.B. 125 oder 147. Läßt man die Anweisung weg, erfolgt anschließend an READY und der Anweisung RUN eine sofortige Abarbeitung des Rechenprogramms. Mit fortlaufender Rechnung rollt das Programm nach oben.
- Die DIM-Anweisung muß je nach Computertyp eingehalten werden.
- Bei Gebrauch der Anweisung DEG ergibt sich die Möglichkeit, bei dem Argument X der trigonometrischen Funktionen, daß als Ergebnis der Winkel in Grad angegeben wird. Läßt man die Anweisung weg (oder hat sie gar nicht), muß für das Argument X = (in Grad)/57,3 genommen werden. Man erhält dann das Ergebnis allerdings im Bogenmaß. Hat man beispielsweise einen Blindwiderstand von 50 Ω und mit diesem in Reihe einen ohmschen Widerstand von 60 Ω, ergibt sich für die arctan-Funktion ATN(0.83). Das Ergebnis ist 0,69. Wird dieser Wert mit 57,3 multipliziert, erhält man einen Phasenwinkel von 39,54°. Auf diese Weise ist es möglich, Winkel in Grad zu erhalten.
- Die INPUT-Anweisungen sind in diesen Programmen mit der PRINT-Anweisung verbunden, um beispielsweise zu wissen, welche Variablen eingegeben werden sollen. Derartige Anord-

nungen sind abhängig vom Comptertyp. Die INPUT-Anweisung ohne Kennzeichnung der Eingabe (nur: ?) wird wohl von jedem Computer beherrscht. Die Eingaben aller Werte geschehen grundsätzlich dimensionslos. In den Erläuterungen zu den einzelnen Programmen wird durch Einklammerung der Dimension (V) darauf hingewiesen, daß der Eingabewert z.B. 50 V ist.

- Allgemein rechnen die Computer nur mit dem natürlichen Logarithmus. Wird jedoch der dekadische verlangt, ist die LOG(X)-Funktion mit 0,434 zu multiplizieren (0.434*LOG(X)). Bei Computer, die auch mit dem dekadischen Logarithmus rechnen können, braucht man diesen nur einzugeben (z.B. CLOG(X)). Hierdurch vereinfacht sich der Aufbau der Zeile.
- Sollen die errechneten Kenngrößen gerundet werden, ist es zweckmäßig INT(X) zu verwenden. Diese Verfahrensweise wurde aber in den angebotenen Programmen selten angewendet. Bei Notwendigkeit an anderen Stellen, ist mit dieser INT(X)-Funktion zu arbeiten.
- Da die DEF-Funktion bei einigen Computern nicht vorhanden ist, wurde diese im Angebot vermieden.
- Der LET-Befehl kam nicht zur Anwendung.
- Zur Vereinfachung des Rechenganges wurde verschiedentlich substitutiert. Das vereinfacht schon die Aufstellung des Programms beträchtlich. Auch ist es nicht möglich, für eine physikalische Größe immer das gleiche Symbol zu verwenden. Es sind dann zweckmäßigerweise geringe Unterschiede zu benutzen (z. B. Frequenz F, F1, F2...).
- Es wird die Schreibweise mit Dezimalzahlen und Exponenten vorgenommen, wie sie der Computer ausgibt.
- Bei Pseudo-Grafiken wird die POSITIONS-Anweisung angewendet. Als äquivalente Anweisung ist bei einigen Computern PRINT AT X anzusehen.
- Die END-Anweisung gelangt nur in Einzelfällen zur Anwendung.
- Die RUN-Anweisung wird in einem besonderen Abschnitt erörtert.
- Bei einigen Programmen sind mehrere voneinander unabhängige Aufgaben vereint. Es ist möglich, daß zwar das spezielle

Programm benötigt wird - nicht aber alle Lösungen der einzelnen Aufgaben. Man versieht dann die nicht gebrauchten INPUTS mit den Eingabewerten 1 oder 0 entsprechend dem Aufbau der Formel. Damit wird nur die spezielle Aufgabe berechnet.

- Gemäß der Schreibweise in BASIC werden die Variablen auch im Zusammenhang mit Formeln wie folgt angegeben: Statt R1 und RV stehen R1 und RV.
- Vorrangig soll die zur Verfügung stehende Seitenzahl des Bandes für Programme ausgenutzt werden. Hierdurch wird zwangsläufig der Aufwand zur Erstellung eines Programmes verringert. Der Grundaufbau für eine Berechnung soll die Priorität haben. Verfeinerungen können von den Lesern selbst durchgeführt werden. Beispielsweise bewirkt das Fehlen der END-Anweisungen und INT(X)-Funktionen sowie der Dimensionen eine Einsparung von Seiten.
- Die Anzahl der Zeichen pro Zeile beträgt maximal 40. Deshalb können die angebotenen Programmzeilen analog in den eigenen Computer übernommen werden.
- Falls die angegebenen Variablen vom eigenen Computer nicht bearbeitet werden, sind diese gerätespezifisch neu zu definieren.

2. Hinweise für Dimensionen

Nachfolgend werden oft verwendete Dimensionen zusammengefaßt angegeben. Griechische Buchstaben sind auszudrucken.

Elektrische Spannung U in Volt (V)
1 mV = 1 Millivolt = 1E-3 V
1 µV = 1 Mikrovolt = 1E-6 V
1 kV = 1 Kilovolt = 1E+3 V
1 MV = 1 Megavolt = 1E+6 V

Elektrischer Strom I in Ampere (A)
1 mA = 1 Milliampere = 1E-3 A
1 µA = 1 Mikroampere = 1E-6 A
1 kA = 1 Kiloampere = 1E+3 A

Elektrischer Widerstand R in Ohm (Ω – OHM)
1 mΩ = 1 Milliohm = 1E-3 Ω
1 kΩ = 1 Kiloohm = 1E+3 Ω
1 MΩ = 1 Megaohm = 1E+6 Ω

Elektrische Leistung *P* in Watt (W) – Scheinleistung in VA
1 mW = 1 Milliwatt = 1E-3 W
1 µW = 1 Mikrowatt = 1E-6 W
1 kW = 1 Kilowatt = 1E+3 W
1 MW = 1 Megawatt = 1E+6 W

Frequenz *f* = F, F1 (F1), F2 (F2) usw. in Hertz (Hz)
1 kHz = 1 Kilohertz = 1E+3 Hz
1 MHz = 1 Megahertz = 1E+6 Hz
Wellenlänge (LAMBDA = LAM) in Meter
(m = 100 cm = 1000 mm)

Kapazität *C* in FARAD (F)
1 pF = 1 Pikofarad = 1E-12 F
1 µF = 1 Mikrofarad = 1E-6 F
1 nF = 1 Nanofarad = 1E-9 F

Induktivität *L* in Henry (H)
1 mH = 1 Millihenry = 1E-3 H
1 µH = 1 Mikrohenry = 1E-6 H
1 nH = 1 Nanohenry = 1E-9 H

Permeabilität µ (MY) in H/cm
spezifischer Widerstand ρ (RHO) in $\Omega \cdot mm^2/m$
Mikro (Dimension) Ω, (in den Programmen µ = u)
Winkel AL (APLHA), BE (BETA) und GA (GAMMA) in Grad
Formparameter α (ALPHA)
Maßstabparameter τ (TAU)
Wirkungsgrad η (ETA)
Phasenwinkel φ (PHI) in Grad

Einige Abkürzungen:
Ausfallrate = AR, U, Z, ZP, ZM
Frühausfallphase = FAP

3. Erläuterungen zu jedem Programm

3.1. Mathematik

Programm 1 – Gleichung mit zwei Unbekannten

Die Größen A, B, C, D, K1, K2 sind einzugeben. Danach sind die Werte der Unbekannten X, Y sofort bekannt. Für K = 0 gibt es keine Lösung.

```
10 REM GLEICHUNG MIT 2 UNBEKANNTEN
20 PRINT CHR$(125)
30 PRINT"A*X+B*Y=K1:C*X+D*Y=K2"
40 PRINT"ES SIND A,B,C,D,K1,K2 EINZUGEBEN"
50 INPUT A,B,C,D,K1,K2
60 K=AD-BC
70 IF K=0 THEN 110
80 X=(K1*D-K2*B)/K:Y=(K2*A-K1*C)/K
90 PRINT"UNBEKANNTE X=";X
100 PRINT"UNBEKANNTE Y=";Y
110 PRINT"ES GIBT KEINE LOESUNGEN"
```

Programm 2 – Lösungen der gemischtquadratischen Gleichung

A und B werden eingegeben. Es sind danach X1 und X2 bekannt. Die Ausnahme ist dann, wenn es keine reellen Lösungen gibt (imaginär).

```
10 REM LOESUNGEN DER GEMISCHTQUADRATISCHEN GLEI-
CHUNG
20 PRINT"x^2+ax+b=0"
30 PRINT"D=(A/2)^2-B,a=A,b=B"
40 PRINT"LOESUNG X1=-A/2+SQR(D)"
50 PRINT"LOESUNG X2=-A/2-SQR(D)"
60 PRINT"FUER D>0 DANN X1,X2 REELLE LOESUNGEN"
70 PRINT"FUER D=0 DANN X1=X2"
80 PRINT "FUER D<0 DANN X1,X2 KEINE REELLEN LOESUNGEN"
90 PRINT"EINGABE VON A,B":INPUT A,B
100 D=(A/2)^2-B:IF D<0 THEN 140
```

```
110 X1=-A/2+SQR(D):X2=-A/2-SQR(D)
120 PRINT"D=";D;" X1=";X1;" X2=";X2
130 END
140 PRINT"KEINE REELLEN LOESUNGEN"
```

Programm 3 – Berechnung ebener Dreiecke

Die Seiten A, B, C sind in den gewünschten Dimensionen einzugeben (z.B. in cm). Die Winkel AL, BE, GA werden in Grad angegeben. Bei einigen Computern ist eine Umrechnung aus dem Bogenmaß erforderlich.

```
10 REM BERECHNUNG EBENER DREIECKE
20 DEG:PRINT CHR$(125);
30 REM ALPHA=AL,BETA=BE,GAMMA=GA
40 PRINT"COSINUSSATZ"
50 C=SQR(A^2+B^2-2*A*B*COS(GA))
60 PRINT"ANGABE DER SEITEN A,B,C"
70 INPUT A,B,C
80 D=(A^2+B^2+C^2)/2:E=A*B*C
90 PRINT"ZWISCHENWERTE:"
100 A1=-A*(A^2-D)/E:B1=-B*(B^2-D)/E
110 C1=-C*(C^2-D)/E
120 PRINT"A1=";A1;" B1=";B1;" C1=";C1
130 PRINT"WEITERE WERTE FUER DIE TAN-FUNKTION:"
140 A11=SQR((1-A1)/(1+A1))
150 B11=SQR((1-B1)/(1+B1))
160 C11=SQR((1-C1)/(1+C1))
170 PRINT"A11=";A11;" B11=";B11;";
180 PRINT" C11=";C11
190 PRINT"DIE GESUCHTEN WINKEL:"
200 AL=2*ATN(A11):BE=2*ATN(B11)
210 GA=2*ATN(C11)
220 PRINT"AL=";AL;" BE=";BE;" GA=";GA
```

Programm 4 – Umwandlung von kartesischen in Polarkoordinaten

Die Koordinaten X, Y sind mit Vorzeichen (Quadranten) einzugeben. Man erhält dann den Betrag des Vektors R und seine Richtung (Winkel PHI in Grad).

```
10 REM UMWANDLUNG VON KARTESISCHEN IN
POLARKOORDINATEN
```

```
20 DEG:PRINT CHR$(125)
30 PRINT"KARTESISCHE KOORDINATEN X,Y"
40 PRINT"X,Y":INPUT X,Y
50 R=SQR(X^2+Y^2):PHI=ATN(Y/X)
60 IF X<0 THEN PHI=PHI+180
70 IF X>0 AND Y<0 THEN PHI=PHI+360
80 PRINT"POLARKOORDINATEN R=";R; " PHI=";PHI
90 GOTO 30
```

Programm 5 – Umwandlung natürlicher in Binärzahlen
Infolge der Aktualität der Digitaltechnik ist es zweckmäßig, natürliche in Binärzahlen umzuwandeln. Das nachfolgend angebotene Programm führt diese Umwandlung durch. Der Aufbau des Programmes ist vom Computertyp abhängig. Durch eine Änderung von Zeile 20 in INPUT G, kann man noch andere Umwandlungen (z.B. G=8,16) vornehmen.

```
10 REM UMWANDLUNG EINER NATUERLICHEN IN EINE
BINAERZAHL
20 G=2
30 DIM X$(20),B$(20)
40 PRINT"NATUERLICHE ZAHL N";:INPUT N
50 FOR I=0 TO 19
60 R=N-G*INT(N/G)
70 X$(LEN(X$)+1)=STR$(R)
80 IF N=0 THEN 110
90 N=INT(N/G)
100 NEXT I
110 FOR I=LEN(X$) TO 1 STEP-1
120 B$=X$(I,I)
130 PRINT B$;
140 NEXT I
```

Programm 6 – Komplexe Zahlen
Ohne Anwendung komplexer Zahlen ist eine Aussage über Phasenverschiebungen, Blindwiderstände usw. kaum möglich. Dieses Programm ist eine Grundlage für das Rechnen mit komplexen Zahlen.
Zeilen 40 bis 100: Es werden die Beträge R1 und R2 mit den Winkeln PHI1 und PHI2 eingegeben. Man erhält bei der Addition

von Z1 und Z2 den Betrag RA und den Phasenwinkel PHI der resultierenden komplexen Zahl.
Zeilen 120 bis 150: Bei der Subtraktion derselben komplexen Zahlen Z1 und Z2 erhält man deren Betrag RO und den Phasenwinkel PHIO der neuen komplexen Zahl.
Zeilen 170 bis 210: Multiplikation von Z1 und Z2. Dabei werden die Real- und Blindkomponenten eingegeben. Man erhält den Betrag RM und den Phasenwinkel PHIM.
Zeilen 230 bis 270: Division von Z1 und Z2. Durch Substitution von RC, RD, RE und RQ wird der Rechengang erleichtert. Aus der Division erhält man den Betrag RQ und den Phasenwinkel PHIQ.

```
10 REM KOMPLEXE ZAHLEN
20 DEG:PRINT CHR$(125)
30 REM z=a+jb,z=Z,a=A,b=B,R=BETRAG VON Z
40 PRINT"ADDITION Z1+Z2"
50 PRINT"R1,R2,PHI1,PHI2":INPUT R1,R2,PHI1,PHI2
60 A1=R1*COS(PHI1):B1=R1*SIN(PHI1)
70 A2=R2*COS(PHI2):B2=R2*SIN(PHI2)
75 PRINT"A1=";A1;"A2=";A2;"B1=";B1;"B2=";B2
80 A=A1+A2:B=B1+B2:RA=SQR(A^2+B^2)
90 PHIA=ATN(B/A)
100 PRINT"BETRAG VON RA=";RA;"WINKEL PHIA=";PHIA
110 PRINT
120 PRINT"SUBTRAKTION Z1-Z2"
130 A0=A1-A2:BO=B1-B2
135 PRINT"A0=";A0;"B0=";B0
140 RO=SQR(AO^2+BO^2):PHIO=ATN(BO/AO)
150 PRINT"BETRAG RO=";RO;"PHIO=";PHIO
160 PRINT
170 PRINT"MULTIPLIKATION Z1*Z2"
180 PRINT"A1,A2,B1,B2":INPUT A1,A2,B1,B2
190 RA=A1*A2-B1*B2:RB=A1*B2+A2*B1
200 RM=SQR(RA^2+RB^2):PHIM=ATN(RB/RA)
210 PRINT"BETRAG RM=";RM;" PHIM=";PHIM
220 PRINT
230 PRINT"DIVISION VON Z1/Z2"
240 RC=A2^2+B2^2:RD=A1*A2+B1*B2
245 RE=A1*B2-A2*B1
250 RQ=(1/RC)*SQR(RD^2+RE^2)
260 PHIQ=ATN(RE/RD)
270 PRINT"BETRAG RQ=";RQ;" PHIQ=";PHIQ
```

Programm 7 – Aufsuchen von Nullstellen

Die näherungsweise Bestimmung von Nullstellen einfacher Funktionen f(x) = 0 ist immer dann vorteilhaft, wenn eine unbekannte Größe aus Tests durch wiederholte Annäherung zu bestimmen ist. Zum Aufsuchen von Nullstellen einer gegebenen Funktion f(x) gilt die Bedingung, daß für x = A = B (Intervallgrenzen) f(A)*f(B)=K<0 erreicht ist [6]. Dieser Vorgang ist ggf. zu wiederholen. Bei negativem K wird die Nullstelle XO gefunden. Mit diesem Wert kann dann die Lösung der eigentlichen Aufgabe stattfinden (z.B. FAP von Geräten). Es wird im Programm noch ein zweites Verfahren angeboten. Dieses ist für den Operator instruktiv (FOR-NEXT Schleife mit STEP). Durch die Änderung der Intervallgrenzen und des STEP wird dann XO gefunden. Auslösung des Programmablaufes erfolgt durch RUN.
Zeile 30: Eingabe der Intervallgrenzen (z.B. 0 und 1).
Zeile 50: Angabe von f(x) = F (hier das Beispiel).
Zeilen 60 bis 70: Für X = A und X = B erhält man FA und FB.
Zeilen 80 bis 130: Bestimmung von K. Ist K < 0 können die Intervallgrenzen bleiben. Sonst sind diese zu ändern bis K < 0 ist. Dann folgt die Ermittlung der Nullstelle XO.
Zeile 140: Die ermittelte Nullstelle XO beträgt 0,6742.
Zeile 150: Anfangs- und Endwert XA und XE sowie die Schrittweite S sind einzugeben. Die Tabelle für Y und X zeigt dann, in welchem Maße noch Änderungen erforderlich sind.

```
10 REM AUFSUCHEN VON NULLSTELLEN
20 PRINT CHR$(125)
30 PRINT"INTERVALLGRENZEN A,B":INPUT A,B
40 X=(A+B)/2
50 F=X^4-5*X^3-X+2
60 FA=A^4-5*A^3-A+2
70 FB=B^4-5*B^3-B+2
80 K=FA*FB:PRINT"K=";K
90 PRINT A,B,X
100 IF ABS(B-A)<1E-04 THEN GOTO 130
110 IF FA*F<0 THEN B=X:GOTO 40
120 A=X:GOTO 40
130 XO=INT(X*10000)/10000
140 PRINT"XO=";XO
```

```
145 PRINT"ERKENNEN VON NULLSTELLEN MIT SCHLEIFE"
150 PRINT"XA,XE,S":INPUT  XA,XE,S
160 FOR X=XA TO XE STEP S
170 Y=X^4-5*X^3-X+2
180 PRINT Y,X
190 NEXT X
200 REM FUER XO1 GELTEN DIE ERMITTELTEN
EINGEGRENZTEN SCHLEIFENWERTE
210 PRINT "XO1 FUER Y GEGEN 0, IM BEISPIEL 0.67"
```

Programm 8 – Ableitung der Funktion f(x)

Die Numerische Bestimmung der Ableitung erfolgt durch Differenzbildung von FA und FB.
Zeile 60: Es sind der Anfangs- und Endwert XA und XE sowie die Schrittweite S einzugeben, indem Maße wie noch Änderungen erforderlich sind (z.B. XA=0,XE=1.5,S=0.5).
Zeilen 80 bis 90: In die gegebene Aufgabe sind anstelle von X nacheinander A (1+E) und B (1-E) einzusetzen.
Zeile 150: Ist nur dann aufzustellen, wenn man auch f(x) ermitteln möchte. Die Tabelle zeigt dann den Wert der Ableitung, und ob ein Maximum oder Minimum in f(x) vorhanden ist.

```
10 REM ABLEITUNG DER FUNKTION f(x)
20 PRINT CHR$(125)
30 REM f(x)=F,df/dx=DF,(NAEHERUNGSFORMEL)
40 PRINT"DF=(0.5/(X*E))*(FA-FB):E=ABW."
50 F=X^2*EXP(-X)+SIN(X):REM BEISPIEL
60 K=INT(F*1000)/1000
70 PRINT"ANWENDUNG EINER SCHLEIFE"
80 PRINT"ANFANGSWERT XA,ENDWERT XE, SCHRITTWEITE S"
90 INPUT XA,XE,S
100 FOR X=XA TO XE STEP S
110 E=0.01:C=0.5/(X*E):REM X<>0
120 A=X*(1+E):B=X*(1-E):F=X^2*EXP(-X)+SIN(X)
130 FA=A^2*EXP(-A)+SIN(A)
140 FB=B^2*EXP(-B)+SIN(B)
150 DF=C*(FA-FB):D=INT(DF*1000)/1000
160 PRINT F,D,X
170 NEXT X
```

Programm 9 – Numerische Integration
Bei relativ geringen Integrationsintervallen ist als Näherungsverfahren die Anwendung der Keplerschen Regel ausreichend [8].
Zeile 40: Eingabe der gewünschten Grenze.
Zeile 70: Ermittlung der Teilfunktionen.
Zeile 80: Aufteilung der Werte nach der gegebenen Funktion.
Zeilen 90 bis 100: Anhand der Zwischenwerte ist erkennbar, ob Fehleingaben gemacht wurden.
Zeilen 110 bis 120: Angabe des Integralwertes F (Fläche). Bei einer anderen Funktion f(x) muß wieder die gewünschte Grenze in Zeile 40 eingegeben werden. In Zeile 30 ist die neue Funktion einzusetzen. Alles weitere wird durch das Programmm berechnet.

```
10 REM NUMERISCHE INTEGRATION
20 PRINT CHR$(125);
30 REM F(X)=2X^2+X+1
40 DATA 0,2
50 READ A,B
60 H=(B-A)/6:? "H=;H:M=(A+B)/2:? "M=";M
70 PRINT "FA=F(A)"
80 PRINT "WERTE DER TEILFUNKTIONEN"
90 FA=1:FB=2*B^2+B+1:FM=2*M^2+M+1
100 PRINT "FA=";FA;" FB=";FB;" FM=";FM
110 F=H*(FA+4*FM+FB)
120 PRINT "INTEGRALWERT F=";F
```

3.2. Testergebnisse und Qualitätssicherung

Programm 10 – Mittelwerte
Die Mittelung von Meßwerten wird überall in der Technik angewendet. Das Programm bietet dafür verschiedene Möglichkeiten an, wobei im Beispiel das arithmetische Mittel (M) bevorzugt wird.
Zeilen 30 bis 40: Eingabe der Meßwerteanzahl.
Zeilen 60 bis 80: Eingabe der einzelnen Meßwerte.
Zeilen 120 bis 130: Bestimmen die jeweiligen Mittel.
Zeilen 140 bis 170: Der gewünschte Mittelwert kann sofort abgelesen werden. Die Dimension des Mittelwertes ergibt sich aus den Eingaben und deren Dimension (z.B. Zeiten).

```
10 REM MITTELWERTE
20 PRINT CHR$(125);:DIM X(20)
30 PRINT"ANZAHL DER MESSWERTE N"
40 INPUT N
50 K1=0:K2=0:K3=0:K4=0
60 PRINT"EINGABE DER EINZELMESSWERTE"
70 FOR K=1 TO N
80 PRINT"X";K;:INPUT X=:X(K)=X
90 K1=K1+X(K):K2=K2+LOG(X(K))
100 K3=K3+X(K)*X(K):K4=K4+1/X(K)
110 NEXT K
120 M=K1/N:G=EXP(K2/N):Q=SGR(K3/N)
130 H=N/K4
140 PRINT"ARITHMETISCHES MITTEL M=";M
150 PRINT"GEOMETRISCHES MITTEL G=";G
160 PRINT"QUADRATISCHES MITTEL Q=";Q
170 PRINT"HARMONISCHES MITTEL H=";H
```

Programm 11 – Lineare Regression

Der Test hat gezeigt, daß die Meßwerte von einer Variablen abhängig sind. Um diese Abhängigkeit festzustellen, überträgt man die Werte in ein Koordinatensystem.
Oft wird mit Hilfe von Geraden eine visuelle Mittelung durchgeführt. Zu genaueren Ergebnissen gelangt man beispielsweise mit diesem Programm. Es soll gelten $y = ax + b$. Zunächst sind die Regressionskonstanten A und B zu bestimmen.
Zeile 40: Eingabe der Wertepaareanzahl.
Zeilen 60 bis 90: Eingabe der X- und Y-Werte.
Zeilen 130 bis 150: Angabe von Zwischenwerten.
Zeilen 180 bis 185: Angabe der errechneten Regressionskonstanten.
Zeile 220: Angabe des berechneten Bestimmheitsmaß R. Man kann nun schlußfolgern, ob und in welchem Maße die Geradenfunktion mit der Praxis übereinstimmt. (R = 1 bedeutet genaue Übereinstimmung.)
Zeilen 230 bis 290: Mit Hilfe einer Schleife kann die Abhängigkeit von Y durch X erkannt werden.

```
10 REM LINEARE REGRESSION
20 PRINT CHR$(125):DIM X(20),Y(20)
30 REM BESTIMMUNG DER KONSTANTEN A UND B
40 PRINT"WIEVIEL WERTEPAARE N:":INPUT N
50 K1=0:K2=0:K3=0:K4=0:K5=0
60 PRINT"ANGABE DER MESSWERTE:"
70 FOR K=1 TO N
80 PRINT"X";K;:INPUT X:X(K)=X
90 PRINT"Y";K;:INPUT Y:Y(K)=Y
100 K1=K1+X(K):K2=K2+X(K)^2:K3=K3+Y(K)
110 K4=K4+Y(K)^2:K5=K5+X(K)*Y(K)
120 NEXT K
130 PRINT"ZWISCHENWERTE"
140 PRINT"K1=";K1;" K2=";K2;" K3=";K3
150 PRINT"K4=";K4;" K5=";K5
155 PRINT:PRINT
160 A=(K5-K1*K3/N)/(K2-K1^2/N)
170 B=K3/N-A*K1/N
180 PRINT"ERRECHNETE KONSTANTEN:"
185 PRINT"A=";A;" B=";B
190 K6=(K5-K1*K3/N)^2
200 K7=(K2-K1^2/N)*(K4-K3^2/N)
210 R=K6/K7
220 PRINT"BESTIMMHEITSMASS R=";R
230 PRINT"MIT KENNTNIS VON A UND B ";
235 PRINT"KANN IN ABHAENIGKEIT VON X, Y BESTIMMT WER-
DEN"
240 PRINT "ENDWERT XE, SCHRITTWEITE S"
250 INPUT XE,S
260 FOR X=0 TO XE STEP S
270 Y=A*X+B
280 PRINT Y,X
290 NEXT X
```

Programm 12 – Parameter der Weibullverteilung

Dieses Programm ermöglicht die Berechnung des Formparameters ALPHA und des Maßstabparameters TAU mit Hilfe der Weibullverteilung.

Zeilen 30 bis 40: Anzahl der Wertepaare eingeben.

Zeilen 80 bis 90: Eingabe von Zeitwert und empirische Zuverlässigkeitswerte. (Es können aber auch beliebig andere Meßwerte Verwendung finden.)

Zeilen 150 bis 170: Angabe der Zwischenwerte zur Kontrolle.
Zeile 210: Angabe des Formparameters A.
Zeile 240: Angabe des Maßstabparameters D.
Zeile 270: Durch Substituition mit U werden die Werte der Zuverlässigkeitsfunktion RT berechnet.
Zeile 300: Bei Kenntnis von A und D kann der Verlauf der AR-Funktion verfolgt werden.
Dimensionen: A dimensionslos, D entsprechend den Dimensionen der Eingabewerte (z.B. in Stunden /h/). Die Dimension von AR ist dann in 1/h.

```
10 REM PARAMETER DER WEIBULLVERTEILUNG
20 PRINT CHR$(125);:DIM T(20),R(20)
30 PRINT"WIEVIEL WERTEPAARE N"
40 INPUT N
50 K1=0:K2=0:K3=0:K4=0
60 PRINT"EINGABE DER WERTE"
70 FOR K=1 TO N
80 PRINT"T";K;:INPUT T:T(K)=T
90 PRINT"R";K;:INPUT R:R(K)=R
100 K1=K1+0.434*LOG(T(K))
110 K2=K2+0.434*LOG(0.434*LOG(1/R(K)))
120 K3=K3+0.434*LOG(T(K))*0.434*LOG(0.434*LOG(1/R(K)))
130 K4=K4+0.188*LOG(T(K))^2
140 NEXT K
150 PRINT"ZWISCHENWERTE:"
160 PRINT"K1=";K;K1" K2=";K2
170 PRINT"K3=";K3;" K4=";K4
180 A=(K3-K1*K2/N)/(K4-K1^2/N)
190 B=(1/N)*(K2-ALPHA*K1)
200 PRINT"PARAMETER:"
210 PRINT"FORMPARAMETER A=";A
220 PRINT"B=";B:K6=ß(0.362+B)/ALPHA
230 PRINT"K6=";K6:D=10^K6
240 PRINT"MASZSTABPARAMETER D=";D
250 PRINT"FUNKTIONSW.F.FIXIERTE ZEIT T"
260 INPUT T
270 U=(T/D)^A:RT=EXP(-U)
280 PRINT"ZUVERLAESSIGKEITSFUNKTION RT=";RT
290 Z=(A/D)*(T/D)^(A-1)
```

Programm 13 – Test-Normalverteilung

Die Normalverteilung wendet man dort an, wo aus Meßreihen in Abhängigkeit eines bestimmten Parameters eine Wahrscheinlichkeitsaussage zu treffen ist. Ferner findet sie Anwendung bei der Festlegung von Toleranzbereichen und der Bestimmung der Lebensdauer verschleißbehafteter Elemente. In diesem Programm wird der Erwartungswert, die Streuung, die Ausfall- und Überlebenswahrscheinlichkeit ermittelt [13].

Zeile 30: Eingabe der Prüflingsanzahl.

Zeilen 50 bis 70: Eingabe der Meßwerte (Zeit in Stunden).

Zeilen 100 bis 130: Berechnung und Angabe des Erwartungswertes M und der Streuung S.

Zeile 150: Eingabe der begrenzten Betrachtungszeit T. Nachfolgend werden die Funktionswerte von VF, VH, RF und RH berechnet. Entsprechend des Wertes der normierten Größe Z geschieht das in den Zeilen 220 und 250 bzw. 270 und 300.

```
10 REM TEST-NORMALVERTEILUNG
20 PRINT CHR$(125);:DIM T(20)
30 PRINT"PRUEFLINGE N":INPUT N
40 M1=0
50 PRINT"EINGABE DER MESSWERTE:"
60 FOR K=1 TO N
70 PRINT"T";K;:INPUT T:T(K)=T
80 M1=M1+T(K)
90 NEXT K:PRINT"M1=";M1
100 M=M1/N:PRINT"ERWARTUNGSWERT M =";M
110 S1=0:FOR K=1 TO N
120 S1=S1+(T(K)-M)^2:S=SQR(S1/(N-1)
125 NEXT K
130 PRINT"STREUUNG S=";S
140 PRINT
150 PRINT"BETRACHTUNGSZEIT T"
160 INPUT T
170 PRINT"NORMIERTE GROESSE Z"
180 Z=(T-M)/S:PRINT"Z=";Z
190 IF Z>1.5 THEN 270
200 PRINT"FOLGENDE FUNKTION GILT ";
210 PRINT"FUER Z BIS 1.5"
220 VF=0.5+0.399*Z*(1-0.166*Z^2+0.025*Z^4-2.87E-3*Z^6)
230 PRINT"WERTE DES VERTEILUNGSFAKTORS VF=";VF
```

```
240 RF=1-VF
250 PRINT"Z-FUNKTON RF=";RF
260 END
270 VH=1-0.399*EXP(-0.5*Z^2)/Z
280 PRINT"FUER Z>1.5, WERTE DER ";
290 PRINT"VERTEILUNGSFUNKTION VH=";VH
300 RH=1-VH
310 PRINT"FUER Z>1.5 IST Z-FUNKTION RH=";RH
```

Programm 14 – Ausfallrate (AR) von Funktionseinheiten

Die technische Lösung eines Erzeugnisses, die sichere Funktion sowie ökonomische Gesichtspunkte sind mit der technischen Zuverlässigkeit optimal abzustimmen. Die Aussagen zur Zuverlässigkeit sind statistischer Natur. Da das Verhalten von Bauelementen eng mit den Umgebungsverhältnissen und den elektrischen Lastbedingen zu werten ist, ist die AR ein Indiz für das Ausfallverhalten der Bauelemente. Das Programm ist so abgefaßt, daß die Zuverlässigkeit von Baugruppen aber auch Geräten berechnet werden kann.

Zeile 30: Angabe der Anzahl von AR-Gruppen Z. Eine solche Gruppe kann ein Bauelement oder eine Baugruppe sein. Eine Baugruppe hat mindestens zwei Bauelemente.

Zeilen 50 bis 80: Zuerst werden die Werte der X(K)-Elemente eingegeben, danach folgen die der U(K)-Elemente.

Zeile 90: Addiert die Elemente aller Gruppen.

Zeilen 110 bis 120: Geben die Gesamtausfallrate ZG aller Gruppen an.

Zeile 140: Die mittlere Funktionsdauer tm (TM) errechnet sich aus dem reziproken Wert von ZG.

Zeile 170: Durch Fixierung der Zeit t (T) läßt sich die Überlebenswahrscheinlichkeit RT (Z-Funktion) berechnen.

Zeile 190: Mit R0 ist die wahrscheinliche Anzahl der Ausfälle bis zur Zeit T ermittelbar (Zeile 200).

```
10 REM AR VON FUNKTIONSEINHEITEN
20 PRINT CHR$(125);:DIM X(50),U(50)
30 PRINT"AR-GRUPPEN Z":INPUT Z
40 N=0:ZG=0
50 PRINT"VORLIEGENDE WERTE EINGEBEN"
60 FOR K=1 TO Z
70 PRINT"X";K;:INPUT X:X(K)=X
```

```
80 PRINT"U";K;:INPUT U:U(K)=U
90 N=N+X(K):ZG=ZG+X(K)*U(K)
100 NEXT K
110 PRINT"N-BE,GESAMTAUSFALLRATE ZG"
120 PRINT"N=";N;" ZG=";ZG
130 PRINT
140 TM=1/ZG
150 PRINT"MITTLERE FUNKTIONSDAUER TM=";TM
160 PRINT"BETRACHTETE OPERATIONSZEIT T"
170 INPUT T:RT=EXP(-T*ZG)
180 PRINT"ZUVERLAESSIGKEITSFAKTOR RT=";RT
185 REM NG=ANZAHL DER FUNKTIONSEINHEITEN GLEICHER ZG
190 RO=NG*(1-RT):REM HIER IST NG=1
200 PRINT"ANZAHL DER AUSFAELLE RO=";RO
```

Programm 15 – Frühausfallphase von Geräten

Die Erzeugnisse werden nach dem Fertigungsprozeß einem Zuverlässigkeitstest unterzogen (FAP-Dauer).
Zeilen 30 bis 50: Anzahl der Ausfälle R1 (R1) bis zur Zeit t1 (T1) und der Gesamtanzahl der Ausfälle R2 (R2) bis zur Zeit t2 (T2).
Zeilen 60 bis 80: Anzahl der am Test beteiligten Prüflinge und Angabe der Betriebsausfallrate ZM.
Zeilen 90 bis 110: Bestimmung der Ausfallsätze.
Zeilen 120 bis 215: Berechung der Nullstelle.
Zeile 220: Angabe der kennzeichnenden Ausfallrate (AR = x0).
Zeilen 230 bis 240: Berechnung der Konstanten C.
Zeile 260: AR zur Zeit T = 0.
Zeile 300: Angabe der FAP-Dauer TP.
Zeilen 310 bis 360: Es werden die Ausfälle bis zu den Zeiten T1 und T2 kontrolliert. Besonders die nach dem Test erreichte Ausfallrate ZP soll zeigen, ob die Betriebsausfallrate ZM nach Beendigung der FAP erreicht wird.

```
10 REM FAP ELEKTRONISCHER GERAETE
20 PRINT CHR$(125);
30 PRINT"R1 AUSFAELLE BIS ENDE T1"
40 PRINT"R2 AUSFAELLE BIS ENDE T2"
50 INPUT R1,R2,T1,T2
60 PRINT"ANZAHL DER PRUEFLINGE N"
70 PRINT"BETRIEBSAUSFALLRATE ZM"
80 INPUT N,ZM
```

```
90 PRINT"AUSFALLSAETZE P1,P2,P"
100 P1=R1/N:P2=R2/N:P=R1/R2
110 PRINT"P1=";P1;" P2=";P2;" P=";P
120 PRINT"ERMITTLUNG DER NULLSTELLE XO"
130 PRINT"INTERVALLGRENZEN A,B"
135 INPUT A,B
140 X=(A+B)/2
150 PRINT A,B,X
160 F=P-1-P*10^(-T2*X)+10^(-T1*X)
170 F1=P-1-P*10^(-T2*A)+10^(-T1*A)
180 IF ABS(B-A)<1E-4 THEN GOTO 210
190 IF F1*F<0 THEN B=X:GOTO 140
200 A=X:GOTO 140
210 XO=INT(X*1E+4)/1E+4 :PRINT"XO=";XO
220 PRINT"KENNZEICHNENDE AR A=XO"
230 PRINT"FUER DIE CONSTANTE C GILT:
240 C=P2/(1-10^(-T2*A):PRINT"C=";C
250 PRINT"AR ZUR ZEIT T=0"
260 ZO=2.3*A*C:PRINT"ZO=";ZO
270 PRINT"VERHAELTNIS DER AR KO"
280 KO=ZO/ZM:PRINT"KO=";KO
290 TP=0.434*LOG(KO)/A
300 PRINT"DAUER DER FAP TP=";TP
310 PRINT"KONTROLLE DER WERTE:"
320 R1=N*C*(1-10^(T1*A)):PRINT"R1=";R1
330 R2=N*C*(1-10^(-T2*A):PRINT"R2=";R2
340 Z1=ZO*10^(-T1*A):Z2=ZO*10^(-T2*A)
350 ZP=ZO*10^(-TP*A)
360 PRINT"Z1=";Z1;"Z2=";Z2;"ZP=";ZP
```

Programm 16 – Frühausfallphase (FAP) von Bauelementen

Am Test dürfen nicht mehr als 0.05/(T2*ZM) Bauelemente eines Typs beteiligt sein. Die Zeit T2 ist die letzte Ausfallzeit des Typs in der FAP.

Zeilen 30 bis 50: Ausfälle R1 bis zur Zeit T1, Ausfälle R2 bis zur Zeit T2.

Zeilen 80 bis 100: Angabe der Bauelementeanzahl NJ und der Betriebsausfallrate ZM des Typs.

Zeilen 110 bis 130: Angabe der Ausfallsätze.

Zeilen 150 bis 260: Ermittlung und Angabe der Nullstelle (XO).

Zeile 270: Berechnung der Konstanten C. (Angabe in Zeile 290.)

Zeile 280: Berechnung der kennzeichnenden AR-AF. (Angabe in

Zeile 300.)
Zeilen 360 bis 370: Berechnung und Angabe der FAP-Dauer TP.
Zeilen 380 bis 470: Verlauf der AR und der Ausfälle.

```
10 REM FAP VON BAUELEMENTEN
20 PRINT CHR$(125);
30 PRINT"R1 AUSFAELLE BIS T1"
40 PRINT"R2 AUSFAELLE BIS T2"
50 INPUT R1,R2,T1,T2
60 PRINT"AUSFALLSAETZE P1,P2,P"
70 PRINT"ZEITVERHAELTNIS T"
80 PRINT"ANZAHL NJ DER BE"
90 PRINT"BETRIEBSAUSFALLRATE ZM"
100 INPUT NJ,Z
110 P1=R1/NJ:P2=R2/NJ:P=R1/R2:T=T1/T2
120 PRINT"P1=";P1;" P2=";P2;" P=";P
130 PRINT"T=";T
140 PRINT
150 PRINT"ERMITTLUNG DER NULLSTELLE XO"
160 PRINT"INTERVALLGRENZEN A,B"
170 INPUT A,B
180 X=(A+B)/2
190 PRINT A,B,X
200 F=P-1+X-P*X^(1/T)
210 F1=P-1+A-P*A^(1/T)
220 IF ABS(B-A)<1E-4 THEN GOTO 250
230 IF F1*F<0 THEN B=X:GOTO 180
240 A=X:GOTO 180
260 XO =INT(X*1E+4)/1E+4:PRINT"XO=";XO
270 C=P2/(1-XO^(1/T))
280 AF=-0.434*LOG(1-P2/C)/T2
290 PRINT"KONSTANTE C=";C
300 PRINT"KENNZEICHNENDE AR AF=";AF
310 PRINT
320 ZO=2.3*C*AF:PRINT"AR ZUR ZEIT T=0";
330 PRINT" ZO=";ZO
340 KO=ZO/ZM:PRINT"VERHAELTNIS DER AR"
350 PRINT"KO=";KO
360 TP=0.434*LOG(KO)/AF
370 PRINT"DAUER DER FAP TP=";TP
380 PRINT"VERLAUF DER AR UUND AUSFAELLE"
390 PRINT"ENDWERT DER ZEIT T UND DER";
400 PRINT"SCHRITTWEITE S":INPUT TE,S
```

```
410 FOR T=0 TO TE STEP S
420 ZP=ZO*10^(-T*AF)
430 PRINT ZP,T
440 NEXT T
450 FOR T=0 TO TE STEP S
460 RP =NJ*C*(1-10^(-T*AF))
470 PRINT RP,T
480 NEXT T
```

Programm 17 – Histogramm ohne Grafik

Dort, wo das Verhalten der Prüflinge gegenüber einer Bezugsgröße (z. B. der Zeit) festgestellt werden soll, können Histogramme Verwendung finden. Dazu folgende Hinweise:

Die Abstände auf der x-Achse sind individuell einstellbar. Ist die Bezugsgröße die Zeit, so kann in den Zeitabständen t_i (TI) der Maßstab gewählt werden. Die jeweiligen Balken können in der Mitte bis zum Ende des Zeitintervalles genommen werden. Die Länge x_{MA} (XMA) ist die Gesamtlänge der x-Achse. Mit t_{MA} (TMA) wird die längste Beobachtungsdauer bezeichnet und M_i (MI) soll der beobachtete Zeitwert sein. Es gilt dann TI=(XMA/TMA)*MI.

Beispiel: XMA=19, TMA=100, MI=20.

Demnach gilt T1=(19/100)*20=3.8 und T2=7.6 usw.

Für die Balkenhöhen gelten folgende Überlegungen:

Die gesamte Länge der y-Achse ist y_{MA} (YMA). (Am oberen Rand des Bildschirmes ist y = 0.)

Je nach Computer muß für jeden Balken nach y_{MA} (YMA) = 18 orientiert werden.

Ist also M_{MA} (MMA) = 50 und M_i (MI) = 40 (i-ter Meßwert), dann ist der einzutragende Wert AI=YMA*(1-MI/MMA) und schließlich gilt dann A1=18*(1-40/50)=3.6. Weil die Schleife bis I=IEND (hier 16) geht, ist dieser zu dem A_i (AI)-Wert und dem yi (YI)-Wert zu berechnen und so ergibt sich, daß z=YI/IEND und AI=zi*IEND sind. Man kommt folglich auf z_1 (z1) = 0,9. Jeder Balken ergibt sich schlußfolgernd aus der Gleichung A_i (AI) + y_i (YI) = y_{MA} (YMA).

Im Bild werden zuerst die Achsen und dann die Maßstäbe gezeichnet. Nach dem Befehl RUN folgt die weitere Abwicklung des Programmes.

Zeilen 30 bis 80: Eingabe der Zeiten t_i (TI).

Zeilen 100 bis 140: Eingabe der A_i (AI)-Werte.
Zeilen 150 bis 190: Zeichnen der Achsen.
Zeilen 210 bis 270: Zeichnen der Zeitabstände und Balkenhöhen.
Zeilen 280 bis 320: Eintragen der Maßstäbe auf den Achsen.

```
10 REM HISTOGRAMM OHNE GRAFIK
20 PRINT CHR$(125);:POKE 752,1
30 POSITION 23,2:PRINT"ZEITABSTAENDE T"
40 POSITION 23,3:INPUT T1
50 POSITION 23,4:INPUT T2
60 POSITION 23,5:INPUT T3
70 POSITION 23,6:INPUT T4
80 POSITION 23,7:INPUT T5
90 POSITION 23,9:PRINT"MESSWERTE A"
100 POSITION 23,10:INPUT A1
11O POSITION 23,11:INPUT A2
120 POSITION 23,12:INPUT A3
130 POSITION 23,13:INPUT A4
140 POSITION 23,14:INPUT A5
150 FOR I=1 TO 25
160 POSITION I,19:PRINT"-":REM X-ACHSE
170 FOR K=1 TO 18
180 POSITION 2,K:PRINT"ö";:REM Y-ACHSE
190 NEXT K:NEXT I
200 REM ABSTAND VON X-ACHSE (Z.B.T1=5)
210 FOR I=1 TO 16
220 POSITION T1,A1+0.9*I:PRINT"ö"
230 POSITION T2,A+0.6*I:PRINT"ö"
240 POSITION T3,A3+0.5*I:PRINT"ö"
250 POSITION T4,A4+0.3*I:PRINT"ö"
260 POSITION T5,A5+0.1*I:PRINT"ö"
270 NEXT I
280 FOR I=2 TO 20 STEP 3
290 POSITION I,19:PRINT"+":REM MASSTAB
300 FOR K=0 TO 15 STEP 3
310 POSITION 2,K:PRINT"+":REM MASSTAB
32O NEXT K:NEXT I
```

3.3. Elektro- und Amateurtechnik

Programm 18 – Schaltungen mit ohmschen Widerständen
Zeilen 50 bis 55: Berechnung und Angabe der Ausgangsspannung U_A (UA) des aus den zwei Widerständen R_1 (R1) und R_2 (R2) bestehenden Spannungsteilers. Dabei gilt: R_1 (R1) und R_2 (R2) in Ω (OHM), Eingangsspannung U_E (UE) und Ausgangsspanung U_A (UA) in V.
Zeile 70: Der Lastwiderstand R_L (RL) ist parallel zum Widerstand R_2 (R2) geschaltet.
Zeilen 90 bis 100: Berechnung der Ausgangsspannung U_A (UA) und Angabe in V.
Zeilen 120 bis 220: Umwandlung von drei Widerständen in Stern- und Dreieckschaltung. Angabe der Widerstände R_1 (R1), R_2 (R2), R_3 (R3), R_A (RA), R_B (RB) und R_C (RC) in Ω (OHM).
Zeilen 240 bis 260: Berechnung und Angabe des Vor- und Nebenwiderstandes zu einem Drehspulinstrument.
Zeilen 270 bis 280: Angabe der Widerstandswerte RV (RV) und RN (RN) in Ω (OHM).

```
10 REM SCHALTUNGEN MIT OHMSCHEN WIDERSTAENDEN
20 PRINT CHR$(125)
30 PRINT"BERECHNUNG DER SPANNUNG UA"
40 PRINT"UE,R1,R2":INPUT UE,R1,R2
50 UA=UE*R2/(R1+R2)
55 PRINT"AUSGANGSSPANNUNG UA=";UA
60 PRINT
70 PRINT"RL PARALLEL R2"
80 PRINT"RL";:INPUT RL
90 UA=UE*(R2*RL/(R1*R2+R1*RL+R2*RL))
100 PRINT"AUSGANGSSPANNUNG UA=";UA
110 PRINT
120 PRINT"UMWANDLUNG DREIECK IN STERN"
130 PRINT"RA,RB,RC":INPUT RA,RB,RC
140 R=RA+RB+RC
150 R1=RA*RC/R:R2=RA*RB/R:R3=RB*RC/R
160 PRINT"DIE WERTE IN STERN SIND:"
170 PRINT"R1=";R1;" R2=";R2;" R3=";R3
180 PRINT"UMWANDLUNG STERN IN DREIECK"
185 PRINT"R1,R2,R3":INPUT R1,R2,R3
190 RS=R1*R2+R1*R3+R2*R3
```

```
200 RA=RS/R3:RB=RS/R1: RC=RS/R2
210 PRINT"DIE WERTE IN DREIECK SIND:"
220 PRINT"RA=";RA;" RB=";RB;" RC=";RC
230 PRINT
240 PRINT"VOR- UND NEBENWIDERSTAENDE VOM INSTRUMENT"
250 PRINT"RI,JI,JM,UM,UI"
255 INPUT RI,JI,JM,UM,UI
260 RV=RI*(UM/UI-1):RN=RI/(JM/JI-1)
270 PRINT"VORWIDERSTAND RV=";RV
280 PRINT"NEBENWIDERSTAND RN=";RN
```

Programm 19 – Wechselstromspannungsteiler

Kennenlernen der Wirkungen von Kapazität und Induktivität im Wechselstromkreis.

Zeile 30: Spannungsteiler R-C.

Zeile 40: Eingabe der Frequenz f_R (FR) in Hz, des Widerstandes R in Ω (OHM), der Kapazität C in F und der Eingangsspannung U_E (UE) in V.

Zeilen 55 bis 60: Berechnung und Angabe der Ausgangsspannung UA (UA) in V.

Zeile 70: Bestimmung des Betrages des Scheinwiderstandes R_S (RS) in Ω (OHM).

Zeilen 90 bis 100: Berechnung und Angabe des Phasenwinkels (PHI) in Grad.

Zeile 110: Spannungsteiler L-R.

Zeilen 140 bis 150: Berechnung und Angabe der Ausgangsspannung U_A (UA) in V.

Zeilen 155 bis 160: Berechnung und Angabe des Scheinwiderstandes R_S (RS) in Ω (OHM).

Zeilen 170 bis 180: Berechnung und Angabe des Phasenwinkels (PHI) in Grad.

```
10 REM WECHSELSTROMSPANNUNGSTEILER
20 DEG:PRINT CHR$(125);
30 PRINT"SPANNUNGSTEILER R-C"
40 PRINT"FR,R,C,UE":INPUT FR,R,C,UE
50 K1=SQR(R^2+(0.159/(FR*C))^2)
55 UA=0.159*UE/(FR*C*K1))
60 PRINT"AUSGANGSSPANNUNG UA=";UA
70 RS=SQR(R^2+(0.59/FR*C)^2)
```

```
80 PRINT"BETRAG DES SCHEINWIDERSTANDES RS=";RS
90 PHI=ATN(-0.159/(FR*C))
100 PRINT"PHASENWINKEL PHI=";PHI
110 PRINT"SPANNUNGSTEILER L-R"
120 PRINT"FR,R,L,UE";INPUT FR,R,L,UE
130 K2=R^2+(6.28*FR*L)^2
140 UA=UE*R/SQR(K2)
150 PRINT"AUSGANGSSPANNUNG UA=";UA
155 RS=SQR(K2)
160 PRINT"BETRAG DES SCHEINWIDERSTANDES RS=";RS
170 PHI=ATN(6.28*FR*L/R)
180 PRINT"PHASENWINKEL PHI=";PHI
```

Programm 20 – Widerstand, Induktivität und Kapazität im Wechselstromkreis

In diesem Programm werden die verschiedenen Leistungsarten und Widerstände im Wechselstromkreis berechnet.

Zeile 40: Eingabe der Spannung U (Effektivwert) in V, der Stromstärke I (Effektivwert) in A und den Phasenwinkel (PHI) in Grad.

Zeilen 60 bis 110: Angabe der Wirk-, Blind- und Scheinleistung in W bzw. VA.

Zeilen 120 bis 180: Angabe des Wirk-, Blind- und Scheinwiderstandes in Ω (OHM).

Zeile 200: Eingabe der Frequenz F1 in Hz, der Kapazität C in F, der Induktivität L in H und des Widerstandes R in Ω (OHM).

Zeile 220: Angabe des Blindwiderstandes der Induktivität R_L (RL) in Ω (OHM).

Zeile 230: Angabe des Blindwiderstandes der Kapazität R_C (RC) in Ω (OHM).

Zeilen 240 bis 270: Berechnung und Angabe der Phasenverschiebungen, die durch die Widerstände und der Induktivität L bzw. der Kapazität C in den Phasenwinkeln (PHIL) und (PHIC) hervorgerufen werden, in Grad.

```
10 REM WIDERSTAENDE, INDUKTIVITAETEN UND
KAPAZITAETEN IM WECHSELSTROMKREIS
20 DEG:PRINT CHR$(125)
30 PRINT"LEISTUNG AM WIRKWIDERSTAND"
40 PRINT"U,I,PHI":INPUT U,I,PHI
50 PW=U*I*COS(PHI)
```

```
60 PRINT"WIRKLEISTUNG PW=";PW"
80 PB=U*I*SIN(PHI)
90 PRINT"BLINDLEISTUNG PB=";PB
100 PS=SQR(PW^2+PB^2)
110 PRINT"SCHEINLEISTUNG PS=";PS
115 PRINT"RS=";:INPUT RS
120 PRINT"WIDERSTANDSWERTE (BETRAEGE)"
130 RW=RS*COS(PHI)
140 PRINT"WIRKWIDERSTAND RW=";RW
150 XB=RS*SIN(PHI)
160 PRINT"BLINDWIDERSTAND XB=";XB
170 RS=SQR(RW^2+XB^2)
180 PRINT"SCHEINWIDERSTAND RS=";RS
190 PRINT"BLINDWIDERSTAENDE VON L UND C"
200 PRINT"F1,C,L,R":INPUT F1,C,L,R
210 RL=6.28*F1*L:RC=0.159/F1*C
220 PRINT"BLINDWIDERSTAND RL=";RL
230 PRINT"BLINDWIDERSTAND RC=";RC
240 PHIL=ATN(6.28*L*F1/R)
250 PHIC=-ATN(0.159/(F1*C*R)
260 PRINT"PHASENWINKEL PHIL=";PHIL
270 PRINT"PHASENWINKEL PHIC=";PHIC
```

Programm 21 – Gleichstrom-, Wirk- und Wellenwiderstand

Zeile 40: Eingabe des spezifischen Widerstandes RHO von Kupfer (1.7E-2) in Ω * mm²/m, der Leiterlänge l_A (LA) in m und dessen Querschnitt Q in mm².

Zeile 50: Berechnung und Angabe des Gleichstromwiderstandes R in Ω (OHM).

Zeile 60: Widerstandszunahme durch Erwärmung.

Zeile 80: Angabe des Widerstandswertes R_T (RT) in Ω (OHM).

Zeile 100: Durchfließt ein Wechselstrom der Frequenz f_1 (F1) in Hz einen Draht des Durchmessers d (D) in cm, so erhöht sich der Gleichstromwiderstand R in den Wirkwiderstand R_W (RW).

Zeilen 120 bis 125: Berechnung und Angabe des Wirkwiderstandes R_W (RW) in Ω (OHM).

Zeile 140: Durch sogenannte Hautverdrängung (Skineffekt) nimmt mit steigender Frequenz nicht mehr der gesamte Querschnitt am Stromfluß teil.

Zeile 150: Eingabe der Frequenz F_H (FH) in MHz und des spezifi-

schen Widerstandes RHO in Ω * mm2/m.
Zeilen 160 bis 170: Berechnung und Angabe der Eindringtiefe DE (DE) in mm.
Zeile 190: Eingabe der Induktivität L in H und der Kapazität C in F.
Zeile 200: Berechnung und Angabe des Wellenwiderstandes Z der verlustlosen Leitung in Ω (OHM).
Zeile 220: Eingabe des Kabeldurchmessers d (D), des Kabelabstandes a (A) in cm und der Dielektrizitätskonstanten EP.
Zeilen 230 bis 240: Berechnung und Angabe des Wellenwiderstandes der Doppelleitung ZD (ZD) in Ω (OHM).
Zeile 250: Angabe der gleichen Parameter wie in Zeile 220.
Zeilen 260 bis 270: Berechnung und Angabe des Wellenwiderstandes ZK (ZK) der Koax-Leitung in Ω (OHM).

```
10 REM GLEICHSTROMWIRK- UND WELLENWIDERSTAND
20 PRINT CHR$(125)
30 PRINT"GLEICHSTROMWIDERSTAND EINES LEITERS"
40 PRINT"RO,LA,Q":INPUT RO,LA,Q
50 R=RO*LA/Q:PRINT"WIDERSTAND R=";R
60 PRINT"WIDERSTANDSAENDERUNG DURCH
TEMPERATUR"
70 PRINT"RG,DT,AL":INPUT RG,DT,AL
80 RT=RG*(1+AL*DT):PRINT"RT=;RT
90 PRINT
100 PRINT"WIDERSTAND IN ABHAENGIGKEIT DER
FREQUENZ"
110 PRINT"R,F1,D":INPUT R,F1,D
120 RW=R*0.0375*D*SQR(F1)
125 PRINT"WIRKWIDERSTAND RW=";RW
130 PRINT
140 PRINT"SKINEFFEKT"
150 PRINT"FH,RO":INPUT FH,RO
160 DE=0.5*SQR(RO/FH)
170 PRINT"EINDRINGTIEFE DE=";DE
175 PRINT
180 PRINT"WELLENWIDERSTAND DER VERLUSTLOSEN LEITUNG
(Z)"
190 PRINT"L,C":INPUT L,C
200 Z=SQR(L/C):PRINT"Z=";Z
210 PRINT"WELLENWIDERSTAND DER DOPPELLEITUNG (ZD)"
```

```
220 PRINT"D,A,EP":INPUT D,A,EP
230 ZD=(120/SQR(EP))*LOG(2*A/D)
240 PRINT"ZD=";ZD
245 PRINT"WELLENWIDERSTAND DER KOAX-LEITUNG (ZK)"
250 PRINT"D,A,EP":INPUT D,A,EP
260 ZK=(60/SQR(EP))*LOG(D/A)
270 PRINT"ZK=";ZK
```

Programm 22 – Parallelschwingkreis

Die Resonanzbedingungen von Parallel- und Reihenschwingkreis sind identisch. Da jedoch der parallele eine breitere Anwendung hat, ist das folgende Programm auch auf diesen abgestimmt.

Zeile 30: Eingabe der Frequenz f_R (FR) in Hz, des Widerstandes R_P (RP) in Ω (OHM), der Induktivität L in H und der Kapazität C in F.

Zeile 40: Anstelle des griechischen Buchstaben OMEGA wird der Buchstabe W verwendet. Man multipliziert F_R (FR) mit 6,28.

Zeilen 50 bis 60: Berechnung und Angabe des Scheinwiderstandes R_S (RS) in Ω (OHM).

Zeilen 80 bis 90: Berechnung und Angabe des Phasenwinkels (PHI) in Grad.

Zeilen 100 bis 110: Berechnung und Angabe der Resonanzfrequenz F_O (FO) in Hz.

Zeilen 120 bis 130: Eingabe des Verlustwiderstandes der Induktivität R_L (RL) in Ω (OHM). Bei Vernachlässigung des Verlustwiderstandes der Kapazität wird mit R_L (RL) der Resonanzwiderstand des Kreises R_R (RR) berechnet und angegeben.

Zeilen 140 bis 150: Eingabe der Kreisgüte Q. Berechnung und Angabe der Bandbreite B.

Zeile 160: Eingabe der gewünschten Bandbreitenvergrößerung durch einen Zusatzwiderstand R_Z (RZ).

Zeilen 180 bis 190: Berechnung und Angabe des erforderlichen Zusatzwiderstandes R_Z (RZ) in Ω (OHM).

Zeilen 210 bis 220: Abstimmung des Kreises mittels Drehkondensatoren.

Zeile 230: Berechnung der Anfangs- und Endkapazität C_A (CA) und C_E (CE) anhand der eingegebenen Werte.

Zeilen 240 bis 250: Berechnung und Angabe der oberen Frequenz

F_H (FH) in Hz.
Zeilen 260 bis 270: Berechnung und Angabe der Schwingkreisinduktivität L in H.
Zeilen 280 bis 320: Eingabe der Windungszahlen W_1 (W1) und W_2 (W2) sowie des Resonanzwiderstandes R_R (RR) und des Lastwiderstandes R_B (RB) in Ω (OHM). Infolge der Transformation von R_B (RB) in R_L (RL) des Kreises erhält man den resultierenden Widerstand R_{SS} (RSS) in Ω (OHM).

```
10 REM PARALLELSCHWINGKREIS
20 PRINT CHR$(125)
30 PRINT"FR,RP,L,C":INPUT FR,RP,L,C
40 W=6.28*FR
50 RS=RP/SQR(1+RP^2*(W*C-1/(W*L))^2)
60 PRINT"BETRAG VON RS=";RS
70 DEG
80 PHI=-ATN(RP*(W*C-1/W*L))
90 PRINT"PHASENWINKEL PHI=";PHI
100 FO=0.159/SQR(L*C)
110 PRINT"RESONANZFREQUENZ FO=";FO
120 PRINT"RL";:INPUT RL:RR=L/(C*RL)
130 PRINT"RESONANZWIDERSTAND RR=";RR
140 PRINT"KREISGUETE Q":INPUT Q
150 B=FO/Q:PRINT"BANDBREITE DES KREISES B=";B
160 PRINT"VERGROESSERUNG DER";
170 PRINT"BANDBREITE B1":INPUT B1
180 RZ=0.159/(C*(B1-B))
190 PRINT"ZUSATZWIDERSTAND RZ=";RZ
200 PRINT
210 REM ABSTIMMUNG DES KREISES DURCH
DREHKONDENSATOREN
220 PRINT"CMI,CMA,CT,FU":INPUT CMI,CMA,CT,FU
230 CA=CMI+CT:CE=CMA+CT
240 FH=FU*SQR(CE/CA)
250 PRINT"OBERE FREQUENZ FH=";FH
260 L=0.0253/(CA*FH^2)
270 PRINT"KREISINDUKTIVITAET L=";L
280 PRINT"INDUKTIVE TRANSFORMATION"
290 PRINT"W1,W2,RR,RB":INPUT W1,W2,RR,RB
300 UE=W1/W2:RL=UE^2*RB
310 RSS=RL*RR/(RL+RR)
320 PRINT"RESULTIERENDER WIDERSTAND RSS=";RSS
```

Programm 23 – Temperaturkompensation

Freischwingende Oszillatoren haben eine Temperaturabhängigkeit von der Induktivität L und der Kapazität C. Die entstehende Frequenzdrift kann zum Teil kompensiert werden. Das Programm gestattet die Kompensation des Temperaturkoeffizienten von L durch Parallel- und Reihenschaltung mehrerer Kondensatoren.

Zeile 50: Eingabe der Kapazitäten C_1 (C1) und C_2 (C2) in pF sowie deren Temperaturkoefizienten K1 (K1) und K2 (K2) in E-6/°C.

Zeilen 60 bis 70: Berechnung und Angabe des Temperaturkoeffizienten zweier parallel geschalteter Kondensatoren TP (TP).

Zeilen 120 bis 130: Berechnung und Angabe des Temperaturkoeffizienten zwei in Reihe geschalteter Kondensatoren TS (TS).

Zeilen 170 bis 200: Berechnung und Angabe der Temperaturkoeffizienten eines Kondensators bei der Parallel- bzw. Reihenschaltung K1 (K1) bzw. K3 (K3).

```
10 REM TEMPERATURKOMPENSATION (TK)
20 PRINT CHR$(125)
30 PRINT"TKC1=K1,TKC2=K2,TKCP=TP"
40 PRINT"TEMPERATURKOMPENSATION VON C1,C2-PARALLEL-
SCHALTUNG - TP"
50 PRINT"C1,C2,K1,K2":INPUT C1,C2,K1,K2
60 TP=(K1*C1+K2*C2)/(C1+C2)
70 PRINT"TP=";TP
80 PRINT"VERHAELTNIS VON C1 ZU C2"
90 A=(TP-K2)/(K1-TP):PRINT"A=";A
100 PRINT"TEMPERATURKOMPENSATION VON S3,C4-REIHEN-
SCHALTUNG - TS"
100 PRINT"TKC3=K3,TKC4=K4,TKCS=TS"
110 PRINT"C3,C4,K3,K4":INPUT C3,C4,K3,K4
120 TS=(K4*C3+K3*C4)/(C3+C4)
130 PRINT"TS=";TS
140 PRINT"VERHAELTNIS VON C3 ZU C4"
150 B=(TS-K3)/(K4-TS):PRINT"B=";B
160 PRINT
170 PRINT"BESTIMMUNG EINER TEMPERATURKOMPONENTEN IN
DER PARALLELSCHALTUNG"
180 K1=TP+(C2/C1)*(TP-K2):PRINT"K1=;K1
190 PRINT "BESTIMMUNG EINER TEMPERATURKOMPONENTEN
IN DER REIHENSCHALTUNG"
200 K3=TS+(C1/C2)*(TS-K4):PRINT"K3=";K3
```

Programm 24 – Bandspreizung

Zur besseren Abstimmung eines gegebenen Frequenzbereiches wendet man die Bandspreizung an. Dazu werden nachfolgend einige Verfahren berechnet.

Zeilen 40 bis 45: Eingabe der maximalen und minimalen Kapazität der Drehkondensatoren C_{ma} (CMA) und C_{mi} (CMI) in pF sowie der oberen und unteren Frequenz FOund FU in Hz.

Zeilen 60 bis 70: Berechnung und Angabe des erforderlichen Trimmers CT in pF.

Zeile 90: Anzapfung der Schwingkreisspule.

Zeile 110: Eingabe der Windungszahlen W1 und W2 von der Schwingkreisspule.

Zeilen 120 bis 130: Berechnung und Angabe des Trimmers C_{T1} (CT1) in pF.

Zeilen 150 bis 170: Berechnung und Angabe des Serienkondensators C_S (CS) in pF.

```
10 REM BANDSPREIZUNG
20 PRINT CHR$(125)
30 PRINT"PARALLELSCHALTUNG VON DREHKONDENSATOR UND
TRIMMER"
40 PRINT"CMA,CMI,FO,FU":INPUT CMA,CMI,FO,FU
48 REM FO,FU FREQUENZEN AN DEN BEREICHSENDEN
50 Q=FO/FU:U=CMA/CMI
60 CT=CMI*((U-Q^2)/(Q^2-1)
70 PRINT "TRIMMER CT=";CT
80 PRINT
90 PRINT"ANZAPFUNG AM L"
110 PRINT"W1,W2":INPUT W1,W2
120 UE=W1/W2
125 CT1=CMI*(U-Q^2)/(UE^2*(Q^2-1))
130 PRINT "UE=";UE;" CT1=";CT1
140 PRINT
150 PRINT"SERIENSCHALTUNG VON
C-DREHKONDENSATOR UND SERIENKONDENSATOR"
160 CS=CMI*UE*(Q^2-1)/(U-Q^2)
170 PRINT"SERIENKONDENSATOR CS=";CS
```

Programm 25 – Schwingkreisdaten (Empfänger/Oszillatoren)
Die Gleichlaufprobleme von Empfangs- und Oszillatorkreisen äußern sich meist in Pfeiferscheinungen. Deren Beseitigung wird in diesem Programm nicht beachtet.
Zeilen 30 bis 40: Eingabe der oberen und unteren Grenzfrequenz FO und FU in kHz, sowie der minimalen und maximalen Kapazitäten der Drehkondensatoren C_{mi} (CMI) und C_{ma} (CMA) in pF.
Zeilen 80 bis 90: Berechnung der zusätzlichen Kapazität C_p (CP) in pF. Folgend die Berechnung und Angabe der gesamten Anfangskapazität C_A (CA) in pF.
Zeilen 110 bis 120: Berechung und Angabe der Kreisinduktivität LE (LE) in µH.
Zeilen 140 bis 190: Berechnung und Angabe der Schnittpunktfrequenzen im Oszillatorkreis in kHz.
Zeilen 200 bis 270: Berechnung und Angabe von Hilfsgrößen und der Kapazitäten C_1 (C1), C_2 (C2) und C_3 (C3) in pF bei diesen Schnittpunktfrequenzen.
Zeilen 290 bis 310: Berechnung und Angabe weiterer Hilfsgrößen.
Zeile 340: Berechnung und Angabe des Verkürzungskondensators C_S (CS) in pF.
Zeilen 350 bis 370: Berechnung und Angabe der erforderlichen Parallelkapazität C_P (CP) in pF.
Zeilen 390 bis 400: Berechnung und Angabe der Oszillatorinduktivität L_{OS} (LOS) in µH.

```
10 REM SCHWINGKREISDATEN (EMPFAENGER UND
OSZILLATOREN)
20 PRINT CHR$(125)
25 PRINT"EMPFANGSKREIS"
30 PRINT"FO,FU CMA,CMI"
40 INPUT FO,FU,CMA,CMI
50 PRINT"KAPAZITAETSVERHAELTNIS=U,
FREQUENZVERHAELTNIS=Q"
60 U=CMA/CMI:Q=FO/FU
70 PRINT"U=";U;" Q=";Q
80 CP=CMI*(U-Q^2)/(Q^2-1):CA=CMI+CP
85 PRINT"ANFANGSKAPAZITAETEN:
90 PRINT"CP=";CP;"CA=";CA
```

```
100 PRINT"INDUKTIVITAET LE"
110 LE=2.5E+10*(Q^2-1)/(FO^2*(CMA-CMI))
120 PRINT"LE=";LE
130 PRINT:PRINT
140 PRINT"OSZILLATORKREIS"
145 PRINT"SCHNITTPUNKTFREQUENZEN F3>F2>F1"
150 F1=0.11*FU*(8.1+SQR(Q))
160 F2=0.05*FU*(1+19*SQR(Q))
170 F3=0.11*FU*(1+8.1*Q)
180 PRINT"DIE FREQUENZEN BETRAGEN:"
190 PRINT"F1=";F1;" F2=";F2;" F3=";F3
200 B=CP/CMI:PRINT"B=";B
210 Q1=FO/F1:Q2=FO/F2:Q3=FO/F3
220 PRINT"VERHAELTNIS Q1=";Q1;" Q2=";Q2;" Q3=";Q3
230 PRINT"KAPAZITAETSWERTE:"
240 C1=CMI*(Q1^2*(1+B)-B))
250 C2=CMI*(Q2^2*(1+B)-B))
260 C3=CMI*(Q3^2*(1+B)-B))
270 PRINT"C1=";C1;" C2=";C2;" C3=";C3
275 PRINT
280 PRINT"ZWISCHENFREQUENZ ZF";:INPUT ZF
290 Q21=(F2+ZF)/(F1+ZF):PRINT"Q21=";Q21
295 Q32=(F3+ZF)/(F2+ZF):PRINT"Q32=";Q32
300 QA=Q21^2-1:QB=Q32^2-1
310 PRINT"HILFSGROESZEN QA=";QA;"QB=";QB
320 PRINT"VERKUERZUNGSKONDENSATOR CS"
330 CZ=QA*Q32^2*(C1-C3)*(C2-C3)
335 CN=QB*(C1-Q21^2*C2)-QA*(C2-Q32^2*C3)
340 CS=CZ/CN-C3:PRINT"CS=";CS
350 PRINT"CP IM OSZILLATORKREIS"
360 CD=(C2-(Q32^2*C3))*CS-(QB*C2*C3)
365 CE=(C2+CS)*(C3+CS)
370 CP=CD*CS/CE:PRINT"CP=";CP
375 PRINT
380 PRINT"INDUKTIVITAET LOS"
385 CU=C2*CS/(C2+CS)+CP:PRINT"CU=";CU
390 LOS=3.13E+10/(CU*(F2+ZF)^2)
400 PRINT"LOS=";LOS
```

Programm 26 – Übertragungseigenschaften von Verstärkern
Zeile 30: Eingabe der Eingangs- und Ausgangsspannung U_E (U1) und U_A (U2) in V.

Zeilen 40 bis 50: Berechnung und Angabe der Spannungsverstärkung VU.
Zeile 60: Eingabe der Leistungen P_1 (P1) und P_2 (P2) in W.
Zeilen 70 bis 80: Berechnung und Angabe der Leistungsverstärkung VP (VP).
Zeile 100: Eingabe der Widerstände R_L (RL) und R_E (RE) in Ω (OHM), sowie der Kapazität C_K (CK) in F.
Zeilen 110 bis 120: Berechnung und Angabe der unteren Grenzfrequenz F_U (FU) in Hz.
Zeilen 130 bis 140: Eingabe der Kapazität C_S (CS) in F. Berechnung und Angabe der oberen Grenzfrequenz F_O (FO) in Hz.
Zeile 160: Eingabe der Zeiten t_B (TB) und t_E (TE) in s.
Zeile 170: Berechnung und Angabe der Bandbreite B.
Zeile 200: Eingabe der Grund- und Oberwellenspannungen U_1 (U1), U_2 (U2), U_3 (U3) und U_4 (U4) in V.
Zeilen 210 bis 230: Berechnung und Angabe des Klirrfaktors.
Zeilen 260 bis 270: Berechnung und Angabe der Störungsgröße (STOE).

```
REM UEBERTRAGUNGSEIGENSCHAFTEN VON
VERSTAERKERN
20 PRINT CHR$(125)
30 PRINT"SPANNUNGEN U2,U1":INPUT U2,U1
40 VU=0.434*20*LOG(U2/U1)
50 PRINT"SPANNUNGSVERSTAERKUNG VU=";VU
60 PRINT"LEISTUNGEN P2,P1":INPUT P2,P1
70 VP=0.434*10*LOG(P2/P1)
80 PRINT"LEISTUNGSVERSTAERKUNG VP=";VP
90 PRINT
100 PRINT"RL,RE,CK":INPUT RL,RE,CK
110 FU=0.159/((RL+RE)*CK)
120 PRINT"UNTERE GRENZFREQUENZ FU=";FU
130 PRINT"CS":INPUT CS:FO=0.159/(RL*CS)
140 PRINT"OBERE GRENZFREQUENZ FO=";FO
150 PRINT
160 PRINT"TB,TE":INPUT TB,TE:TA=TB-TE
170 B=0.35/TA:PRINT"BANDBREITE B=";B
180 PRINT
190 PRINT"KLIRRFAKTOR"
200 PRINT"U1,U2,U3,U4":INPUT U1,U2,U3,U4
210 K1=SQR(U2^2+U3^2+U4^2)
```

```
220 K2=SQR(U1^2+U2^2+U3^2+U4^2)
230 K=K1/K2 :PRINT"K=";K
240 PRINT
250 PRINT"UST,USI":INPUT UST,USI
260 STOE=UST/USI
270 PRINT"STOERUNGSGROESSE STOE=";STOE
```

Programm 27 – NF-Leistungsverstärker mit Transistoren
Hier handelt es sich um Gegentaktendstufen im B-Betrieb. Man ist gut beraten, wenn man die Transistoren beim Experimentieren zunächst nicht bis an ihre Grenzwerte betreibt. Dadurch vermeidet man thermische Überlastungen. Das Programm geht von einer Näherungsrechnung aus. Deshalb wird die Kniespannung vernachlässigt. Auf jeden Fall werden auf diese Weise die Verhältnisse im Kollektorkreis besser erkannt.
Zeilen 30 bis 40: Eingabe des Aussteuerungsgrades M, der Spannung U_M (UM) in V und des Kollektorstromes I_C (IC) in A. (Der Aussteuerungsgrad wird mit M = 0,8 angenommen. Die maximal zulässige Spannung sollte keine Verwendung finden. Deshalb soll gelten $U_M < U_{CE0}$. Ferner ist ein Strom $I_C < P_{Cmax}/U_{Ba}$ zu wählen.
Zeilen 50 bis 90: Berechnung und Angabe der Batteriespannung U_{Ba} (UBA) und der Wechselspannung U_W (UW) in V, des Wechselstromes I_W (IW) in A und des Außenwiderstandes R_L (RL) in (OHM).
Zeilen 110 bis 140: Berechnung und Angabe der Wechselstromleistung P_O (PO) in W, der aufgenommenen Gleichstromleistung P_I (PI) in W und des Wirkungsgrades η (ETA).
Zeile 160: Eingabe des Lastwiderstandes RB (RB) in Ω (OHM). Er wird mittels Transformatorkopplung in den Außenwiderstand R_L (RL) transformiert.
Zeilen 170 bis 180: Berechnung und Angabe des Übersetzungsverhältnisses. (Eine sehr praktikable Schaltung erhält man bei Anwendung der "Eisenlosen Endstufe".
Zeilen 220 bis 250: Berechnung und Angabe der Batteriespannung U_{Ba} (UBA) in V, der Wechselstromleistung P_O (PO) in W und des Außenwiderstandes R_L (RL) in Ω (OHM).

```
10 REM NF-LEISTUNGSVERSTAERKER MIT
TRANSISTOREN
20 PRINT CHR$(125)
30 PRINT"AUSSTEUERUNGSGRAD M"
40 PRINT"UM,IC,M":INPUT UM,IC,M
50 UBA=0.5*UM:UW=M*UBA:IW=M*IC:RL=UW/IW
60 PRINT"BATTERIESPANNUNG UBA=";UBA
70 PRINT"WECHSELSPANNUNG UW=";UW
80 PRINT"WECHSELSTROM IW=";IW
90 PRINT"AUSSENWIDERSTAND RL=";RL
100 PRINT"DURCH NAEHERUNG ERGIBT SICH:"
110 PO=0.5*M^2*IC*UBA
120 PRINT"WECHSELSSTROMLEISTUNG PO=";PO
130 PI=0.63*M*IC*UBA
140 PRINT"GLEICHSTROMLEISTUNG PI=";PI
150 ETA=0.78*M:PRINT"WIRKUNGSGRAD ETA=;ETA
160 PRINT"LASTWIDERSTAND RB";:INPUT RB
170 UE=2*SQR(2*RL/RB)
180 PRINT"UEBERSETZUNGSVERHAELTNIS UE=";UE
190 PRINT:PRINT
200 PRINT"EISENLOSE ENDSTUFE"
210 PRINT"VERNACHLAESSIGUNG DER RESTSPANNUNG"
220 PO=IC*UBA/2:UW=0.5*UBA:IW=2*IC
230 RL=0.25*UW/IC:UBA=SQR(8*PO*RL)
240 PRINT"PO=";PO;" UW=";UW;" IW=";IW;
250 PRINT" RL=";RL
```

Programm 28 – Senderverstärker mit Transistoren

Zum Schutz vor Überlastungen wird anfänglich mit verringerter Batteriespannung und mit Kühlblech gearbeitet. In diesem Programm wird davon ausgegangen, daß die maximal zulässige Spannung nicht erreicht wird. Will man die Senderstufe nur im A1-Betrieb betreiben, so kann die Spannung $U_{CE} < U_{CEO}/2$ betragen.
Zeile 30: Eingabe der Batteriespannung U_{Ba} (UBA) in V und der Gleichstromleistung P_I (PI) in W.
Zeilen 40 bis 90: Berechnung und Angabe der Wechselspannung U_W (UW) in V, des Wechselstromes I_W (IW) in A, des Kollektorstromes I_C (IC) und Spitzenstromes I_S (IS) in A.
Zeilen 110 bis 140: Berechnung und Angabe der Wechselstromleistung P_O (PO) in W, des Außenwiderstandes R_L (RL) in Ω (OHM)

und des Wirkungsgrades η (ETA).
Zeile 180: Berechnung und Angabe des Resonanzwiderstandes des unbelasteten Kreises R_0 (RO) in Ω (OHM).
Zeilen 190 bis 210: Die Transformation des Lastwiderstandes R_B (RB) in den Zusatzwiderstand R_Z (RZ) setzt ein bestimmtes Windungszahlverhältnis voraus. Den Resonanzwiderstand R_0 (RO) parallel zum Zusatzwiderstand R_Z (RZ) geschalten, ergäbe dann den Außenwiderstand R_L (RL).
Zeilen 220 bis 230: Berechnung und Angabe der im Transistor verbleibenden Leistung P_C (PC) in W.

```
10 REM SENDERVERSTAERKER MIT TRANSISTOREN
15 REM DYNAMISCHE KENNLINIE K=2
20 PRINT CHR$(25)
30 PRINT"UBA,PI":INPUT UBA,PI
40 UW=0.9*UBA:IC=PI/UBA:IS=4*IC
50 IW=1.7*IC
60 PRINT"WECHSELSPANNUNG UW=";UW
70 PRINT"WECHSELSTROM-GRUNDWERT IW=";IW
80 PRINT"KOLLEKTORSTROM IC=";IC
90 PRINT"SPITZENSTROM IS=";IS
110 PO=0.76*IC*UBA:RL=0.53*UBA/IC
120 PRINT"WECHSELSTROMLEISTUNG PO=";PO
130 PRINT"LASTWIDERSTAND RL=";RL
140 ETA=PO/PI:PRINT"WIRKUNGSGRAD ETA=";ETA
150 PRINT
160 PRINT"RESONANZWIDSERSTAND RO"
170 PRINT"F1,Q,L":INPUT F1,Q,L
180 RO=6.28*F1*Q*L:PRINT"RO=";RO
190 PRINT"TRANSFORMATION RB"
200 PRINT"UE,RB":INPUT UE,RB
210 RZ=UE^2*RB:PRINT"RZ=";RZ
220 PRINT"VERLUSTLEISTUNG PC"
230 PC=PI-PO:PRINT"PC=";PC
```

Programm 29 – Selektiver HF-Verstärker mit Transistoren
Ob Basis- oder Emitterschaltung Verwendung finden, wird in diesem Programm nicht entschieden. Es wird vom Schwingkreis ausgegangen.
Zeile 50: Eingabe der Resonanzfrequenz des Kreises F_0 (FO) in Hz

und der Leerlaufgüte Q. Berechnung und Angabe der Bandbreite B des Kreises.
Zeile 70: Eingabe des Blindwiderstandes der Induktivität oder Kapazität X_B (XB) in Ω (OHM).
Zeile 80: Berechnung und Angabe des Resonanzwiderstandes des Kreises R_0 (RO) in Ω (OHM).
Zeilen 90 bis 110: Geht man vom Ausgangswiderstand des Transistors R_I (RI) aus, so ergibt die Parallelschaltung mit R_0 (RO) den Parallelwiderstand R_P (RP) in Ω (OHM).
Zeilen 120 bis 130: Eingabe der geforderten Bandbreite B_1 (B1). Es gilt dabei B_1 (B1) > B.
Zeilen 140 bis 170: Berechnung und Angabe der Betriebsgüte Q_1 (Q1). Da die Betriebsgüte Q_1 (Q1) < Q_P (QP) ist, wird der Widerstand R_{P2} (RP2) < R_P (RP) sein! Berechnung und Angabe des Widerstandes R_{P2} (RP2) in Ω (OHM).
Zeilen 180 bis 230: Die Bandbreite soll vergrößert werden. Berechnung und Angabe des Zusatzwiderstandes R_Z (RZ) in Ω (OHM). Eingabe der Widerstände R_E (RE) und R_Z (RZ) in Ω (OHM). Berechnung und Angabe der Kapazität des Kopplungskondensators C_K (CK) in F. Infolge der Ankopplung des zweiten Transistors an den Kreis, darf der Kopplungskondensator C_K (CK) einen bestimmten Wert nicht übersteigen.
Zeile 250: Berechnung und Angabe der Schwingkreiskapazität C in F.
Zeilen 260 bis 280: Berechnung und Angabe der resultierenden Kapazität C_{re} (CRE) in F. Infolge der Ankopplung durch C_K (CK) vermindert sich zwangsläufig C um C_K (CK).
Zeile 290: Berechnung der Schwingkreisinduktivität L in H.
Zeilen 300 bis 330: Berechnung und Angabe der Spannungsverstärkung U_{VE} (UVE).

```
10 REM SELEKTIVER HF-VERSTAERKER MIT
TRANSISTOREN
20 PRINT CHR$(125)
30 PRINT"LEERLAUFBANDBREITE B"
40 PRINT"RESONANZFREQUENZ FO, KREISGUETE Q"
50 INPUT FO,Q:B=FO/Q:PRINT"B=";B
60 PRINT"PARALLELWIDERSTAND RO"
70 PRINT BLINDWIDERSTAND XB":INPUT XB
```

```
80 RO=XB*Q:PRINT"RO=";RO
90 PRINT"RI DES TS PARALLEL RO"
100 INPUT RI
110 RP=RO*RI/(RO+RI):PRINT"RP=";RP
120 PRINT"FORDERUNG BANDBREITE B1"
130 INPUT B1
140 Q1=FO/B1:PRINT"Q1=";Q1
150 PRINT"Q1<QP":QP=RP/XB:PRINT"QP=";QP
160 PRINT"BETRIEBSGUETE Q1":RP2=XB*Q1
170 PRINT"RP2=";RP2
180 PRINT"RZ VERGROESSERT D.BANDBREITE"
190 RZ=XB*Q1*QP/(QP-Q1):PRINT"RZ=";RZ
200 PRINT"KOPPLUNGSKONDENSATOR CK"
210 PRINT"RE,RZ":INPUT RE,RZ
220 CK=0.159/(FO*SQR(RE*RZ))
230 PRINT"CK=";CK
240 PRINT"XB=500...1000 OHM"
250 C=0.159/(FO*XB):PRINT C=";C
260 PRINT"RESULTIERENDE KREISKAPAZITAET"
270 CRE=C-CK:PRINT"CRE=";CRE
280 PRINT"KREISINDUKTIVITAET:"
290 L=0.025/(FO^2*C):PRINT"L=";L
300 PRINT"SPANNUNGSVERSTAERKUNG"
310 K1=0.159*RE/(C*B1):K2=(1-B/B1)
320 VBA=0.5*S*SQR(K1*K2)
330 PRINT"VBA=";VBA
```

Programm 30 – Kopplungsart 1

Zeile 40: Eingabe des Kopplungsfaktors K1 (K1 - Erfahrungswert) und der Induktivitäten L_1 (L1) und L_2 (L2).

Zeilen 50 bis 60: Berechnung und Angabe des Übersetzungsverhältnisses (UE).

Zeilen 70 bis 120: Der Lastwiderstand R_B (RB) soll transformiert werden. Dazu erfolgt die Berechnung und Angabe des Blindwiderstandes X_{L2} (XL2) in Ω (OHM). Daraufhin erfolgt die Berechnung und Angabe des transformierten Lastwiderstandes R_0 (RO) in Ω (OHM).

Zeilen 140 bis 150: Zur kapazitiven Auskopplung werden die Widerstände R_0 (RO) und R_B (RB) in Ω (OHM) und die untere Grenzfrequenz F_U (FU) in Hz eingegeben.

Zeilen 160 bis 200: Berechnung und Angabe des Transformationsverhältnisses sowie der Kapazitäten C_1 (C1) und C_2 (C2) in F.

```
10 REM KOPPLUNGSART 1
20 PRINT CHR$(125)
30 PRINT"INDUKTIVE AUSKOPPLUNG"
40 PRINT"K,L1,L2":INPUT K,L1,L2
50 UE=1/K*SQR(L1/L2)
60 PRINT"UEBERSETZUNGSVERHAELTNIS UE=";UE
70 PRINT"TRANSFORMATION DES LASTWIDERSTANDES RB"
80 PRINT"RB,FU":INPUT RB,FU
90 XL2=6.28+FU*L2:
100 RO=(UE^2/RB)*(RB^2+XL2^2*(1-K^2)
110 PRINT"BETRAG DES BLINDWIDWIDERSTANDES XL2=";XL2
120 PRINT"TRANSFORMIERTER LASTWIDERSTAND RO=";RO
130 PRINT
140 PRINT"KAPAZITIVE AUSKOPPLUNG"
150 PRINT"RO,RB,FU":INPUT RO,RB,FU
160 UK=SQR(RO/RB):KU=0.5/(RB*FU)
170 PRINT"TRANSFORMATIONSVERHAELTNIS UK=";UK
180 PRINT"HILFSGROESSE KU=";KU
190 C1=KU/UK:C2=KU*(1-1/UK)
200 PRINT"KAPAZITAETEN C1=";C1;" C2=";C2
```

Programm 31 – Kopplungsart 2

Das PI-Glied verwendet man sehr oft in Senderendstufen, wobei die Kapazitäten C_S (CS) und C_K (CK) meist variabl gestaltet werden.
Zeile 40: Eingabe des Kopplungsfaktors K1 (K1 – zwischen 0,7 und 1), des Resonanzwiderstandes der leerlaufenden Anordnung R_O (RO) und des Lastwiderstandes R_B (RB) in Ω (OHM).
Zeilen 50 bis 60: Berechnung und Angabe des Blindwiderstandes XLT (XLT) in Ω (OHM). Der Richtwert beträgt 250 Ω (OHM).
Zeilen 70 bis 80: Berechnung und Angabe der Hilfsgrößen.
Zeile 90: Eingabe der Frequenz F_1 (F1) in Hz.
Zeilen 100 bis 120: Berechnung und Angabe der Kapazitäten C_S (CS) und C_K (CK) in F.
Zeile 160: Eingabe der Widerstände R_{AN} (RAN) und R_B (RB) in Ω (OHM) und der Frequenz F_2 (F2) in Hz. Dabei gilt R_{AN} > RB.
Zeilen 170 bis 190: Berechnung und Angabe der Kapazität C in F und der Induktivität L in H.
Zeile 210: Eingabe der Widerstände R_{1AN} (R1AN) und R_{B1} (RB1)

in Ω (OHM) und der Frequenz F3 in Hz. Dabei gilt $R_{1AN} < R_{B1}$.
Zeilen 220 bis 240: Berechnung und Angabe der Kapazität C_1 (C1) in F und der Induktivität L_1 (L1) in H.

```
10 REM KOPPLUNGSART 2
20 PRINT CHR$(125)
30 PRINT"PI-GLIED"
40 PRINT"K1,RO,RB":INPUT K1,RO,RB
50 XLT=K1*SQR(RO*RB)
60 PRINT"BETRAG DES BLINDWIDERTSTANDES XLT=";XLT
70 A=RO/RB:B=SQR(A-(XLT/RB)^2)
80 PRINT"HILFSGROESZEN A=";A;" B=";B
90 PRINT"F1";:INPUT F1
100 CS=0.159*(A+B)/(F1*A*XLT)
110 CK=0.159*(1+B)/(F1*XLT)
120 PRINT"KAPAZITAETEN CS=";CS;" CK=";CK
130 PRINT:PRINT
140 PRINT"ANPASSUNGSSCHALTUNG FUER DEN
OHMSCHEN LASTWIDERSTAND"
150 PRINT"RAN>RB"
160 PRINT"F2,RAN,RB":INPUT F2,RAN,RB
170 C=0.159/(F2*RAN)*SQR((RAN-RB)/RB)
180 L=(0.159*(RAN-RB)/F2)*SQR(RB/(RAN-RB))
190 PRINT"KAPAZITAET C=";C;"INDUKTIVITAET L=";L
200 PRINT"R1AN<RB1"
210 PRINT"R1AN,RB1,F3":INPUT R1AN,RB1,F3
220 C1=(0.159/(F3*R1AN)*SQR((RB1-R1AN)/R1AN)
230 L1=(0.159/F3)*SQR(R1AN*(RB1-R1AN))
240 PRINT"KAPAZITAET C1=";C1;"INDUKTIVITAET L1=";L1
```

Programm 32 – Leitung

Zeile 40: Eingabe der mechanischen Länge l_m (LM) in m und der Dielektrizitätskonstante EP.
Zeile 50: Berechnung der elektrischen Länge l (L) in m.
Zeilen 60 bis 100: Berechnung und Angabe der reflektierten bzw. der am Abschlußwiderstand der Leitung verbrauchten Leistung P_R (PR) bzw. P_{AB} (PAB).
Zeilen 110 bis 130: Berechnung und Angabe des Stehwellenverhältnisses S und des Anpassungsfaktors M.
Zeile 160: Angabe des Phasenwinkels PHI in Grad und der Wellenlänge (LAM) in m.

Zeile 170: Berechnung und Angabe des ersten Spannungsminimums LX auf der Leitung.
Zeile 190: Eingabe des Spannungsminimums LX und der Wellenlänge (LAM) in m.
Zeile 200: Berechnung und Angabe des Phasenwinkels des Reflexionsfaktors (PHI) in Grad.
Zeilen 210 bis 240: Berechnung und Angabe des Eingangswiderstandes R_{Ei} (REI) in Ω (OHM), wobei gilt, daß R_{AB} (RAB) = 0 (die Leitung ist am Ende kurzgeschlossen). Zum Rechengang sind einige Substitutionen erforderlich.
Zeilen 260 bis 300: Berechnung und Angabe der zur Resonanz erforderlichen Kapazität C in pF. (Ist die Leitung kürzer λ/4, kann man sie durch eine am Anfang der Leitung befindliche Kapazität C in Resonanz bringen.)
Zeilen 320 bis 330: Berechnung und Angabe des Eingangswiderstandes R_{Ei} (REI) in Ω (OHM).

```
10 REM LEITUNG
20 DEG:PRINT CHR$(125)
30 PRINT"ELEKTRISCHE LAENGE DER LEITUNG"
40 PRINT"LM,EP":INPUT LM,EP
50 L=LM*SQR(EP):PRINT"L=";L
55 PRINT
60 PRINT"REFLEKTIERTE LEISTUNG"
70 PRINT"R,PH":INPUT R,PH
80 PR=R^2*PH:PRINT"PR=";PR
90 PRINT"AM ABSCHLUSSWIDERSTAND VERBRAUCHTE LEI-
STUNG"
100 PAB=PH*(1-R^2):PRINT"PAB=";PAB
110 PRINT"STEHWELLENVERHAELTNIS (S) UND
ANPASSUNGSFAKTOR (M)"
120 S=(R+1)/(R-1):M=1/S
130 PRINT"S=";S;" M=";M
140 PRINT
150 PRINT"ELEKTRISCHE LEITUNG BIS ZUM ERSTEN SPAN-
NUNGSMINIMUM"
160 PRINT"LAM,PHI":INPUT LAM,PHI
170 LX=LAM*(180/PHI+0.25):PRINT"LX=";LX
180 PRINT"PHASENWINKEL DES REFLEKTIONSFAKTORS"
190 PRINT"LX,LAM":INPUT LX,LAM
200 PHI=180*(4*LX/LAM-1):PRINT"PHI=;PHI
```

```
210 PRINT"BETRAG DES EINGANGSWIDERSTANDES BEI RAB=0"
220 PRINT"Z,L,LAM":INPUT Z,L,LAM
230 K=L/LAM:REI=Z*SIN(360*K)/COS(360*K)
240 PRINT"REI=";REI
250 PRINT"L/LAM<LAM/4,REI INDUKTIV"
260 PRINT"RESONANZ DER KAPAZITAET"
270 PRINT"FO,LK,LAM":INPUT FO,LK,LAM
280 K1=LK/LAM:A=0.159/(FO*Z)
290 C=A*SIN(360*K1)/COS(360*K1)
300 PRINT"C=";C
310 PRINT"RAB GEGEN UNENDLICH"
320 REI=Z*COS(360*K)/SIN(360*K)
330 PRINT"REI=";REI
```

Programm 33 – Kenngrößen von einigen Antennen

Eine richtig dimensionierte Antenne ersetzt beim erfahrenen Funkamateur eine Verstärkerstufe.

Zeile 50: Eingabe des Drahtdurchmessers d (D) in cm, der elektrischen Länge l_E (LE) in cm und der Höhe h (H) über dem Erdboden in cm.

Zeilen 60 bis 70: Berechnung und Angabe der Kapazität C in pF und der Induktivität L in µH.

Zeile 110: Berechnung und Angabe des Wellenwiderstandes Z in Ω (OHM). (Dieser Wert stimmt annähernd mit dem einer Vertikalantenne überein.)

Zeilen 120 bis 160: Berechnung und Angabe der statischen Induktivität der Vertikalantenne L_{Ve} (LVE) in µH und der statischen Kapazität der Vertikalantenne C_{Ve} (CVE) in pF.

Zeilen 210 bis 215: Berechnung und Angabe des Eingangswiderstandes der Antenne R_{Ei} (REI) in Ω (OHM).

Zeilen 240 bis 280: Berechnung und Angabe der Induktivität der Verlängerungsspule L_{VL} (LVL) in µH und des Verkürzungskondensators C_{VK} (CVK) in pF.

Zeile 300: Eingabe der wirksamen Höhe h_w (HW) in m und der Wellenlänge (LAM) in m. (Diese Werte sind bei beiden Antennenarten annähernd übereinstimmend.)

Zeile 310: Berechnung und Angabe des Strahlungswiderstandes R_S (RS) in Ω (OHM).

Zeilen 320 bis 330: Berechnung und Angabe der Resonanzfrequenz des Antennengebildes F_O (FO) in Hz.

```
10 REM KENNGROESSEN VON EINIGEN ANTENNEN
20 PRINT CHR$(125)
30 PRINT"HORIZONTALANTENNE"
40 PRINT"STATISCHE KAPAZITAET UND IINDUKTIVITAET"
50 PRINT"D,LE,H":INPUT D,LE,H
60 C=0.56*LE/LOG(4*H/D):PRINT"C=";C
70 L=2*LE*LOG(4*H/D):PRINT"L=";L
80 PRINT"DYNAMISCHE KAPAZITAET UND IINDUKTIVITAET"
90 CDY=0.64*C:LDY=0.64*L
100 PRINT"CDY=";CDY;" LDY=";LDY
110 Z=60*LOG(4*H/D):PRINT"Z=";Z
115 PRINT
120 PRINT"VERTIKALANTENNE"
130 PRINT"L1,D":INPUT L1,D1
140 LVE=2*L1*LOG(1.16*L1/D1)
150 CVE=0.555*L1/LOG(.6*L1/D1)
160 PRINT"LVE=";LVE;" CVE=";CVE
170 PRINT
180 PRINT"BETRAG DES EINGANGSWIDERSTANDES"
190 PRINT"Z1,L1,LAM":INPUT Z1,L,LAM
200 DEG:K1=L1/LAM
210 REI=-Z1*COS(360*K1)/SIN(360*K1)
215 PRINT"REI=";REI
220 PRINT
230 PRINT"VERLAENGERUNG DER SPULE, VERKUERZUNG DES
KONDENSATORS"
240 PRINT"LV,LK,LAM2,ZV"
243 INPUT LV,LK,LAM2,ZV
245 K=LV/LAM2:T=LK/LAM2
250 P=COS(360)*K)/SIN(360*K)
255 LVL=0.32*LAM*2+ZV*P
260 PP=SIN(360*T)/COS(360*T)
270 CVK=525*LAM2*PP/ZV
280 PRINT"LVL=";LVL" CVK=";CVK
285 PRINT
290 PRINT"STRAHLUNGSWIDERSTAND"
300 PRINT"HW,LAM,:INPUT HW,LAM
310 RS=1600*(HW/LAM)^2:PRINT"RS=";RS
315 PRINT"LDY,CDY":INPUT LDY,CDY
320 FO=0.159/SQR(LDY*CDY)
330 PRINT"RESONANZFREQUENZ F0=";F0
```

Programm 34 – Filter (verlustfreie Grundglieder)
Zeile 30: Berechnungen zum Tiefpaß.
Zeile 60: Eingabe des Abschlußwiderstandes R in Ω (OHM).
Zeile 70: Berechnung und Angabe des Wellenwiderstandes Z in Ω (OHM).
Zeile 100: Eingabe der Grenzfrequenz (FG) in Hz.
Zeilen 110 bis 120: Berechnung und Angabe der Induktivität L in H und der Kapazität C in F.
Zeilen 140 bis 190: Angabe von Dimensionierungen für das T- und das PI-Glied.
Zeile 200: Berechnungen zur Dämpfung im Sperrbereich A in Abhängigkeit von F/FG.
Zeilen 220 bis 250: Mittels der FOR/NEXT-Schleife kann der Dämpfungsverlauf erkannt werden.
Zeile 260: Angaben zum Hochpaß (ff.).
Zeilen 270 bis 320: Angabe von Dimensionierungen für das T- und das PI-Glied.
Zeile 340: Berechnungen zum Bandpaß (ff.).
Zeile 350: Eingabe der unteren Grenzfrequenz (FG1) und der oberen Grenzfrequenz (FG2) in Hz.
Zeilen 360 bis 375: Berechnung und Angabe der Kapazitäten (C1) und (C2) in F sowie der Induktivitäten (L1) und (L2) in H.
Zeilen 380 bis 420: Angabe von Dimensionierungen für das T- und das PI-Glied.
Zeile 430: Berechnungen zur Dämpfung (ff.).
Zeile 440: Eingabe der betrachteten Frequenz (F1) in Hz, der oberen Grenzfrequenz (FG2) in Hz und der unteren Grenzfrequenz (FG1) in Hz.
Zeilen 450 bis 460: Berechnung der Dämpfung bzw. des Dämpfungsverlustes. (Reicht die Dämpfung nicht aus, sind die T- und PI-Glieder entsprechend zu erhöhen.)

```
10 REM FILTER, VERLUSTFREIE GRUNDGLIEDER
20 PRINT CHR$(125)
30 PRINT"TIEFPASS"
40 PRINT"GRENZFREQUENZ FG - BEGINN DES
SPERRBEREICHES"
50 PRINT"NENNWERT DES WELLENWIDERSTANDES Z"
60 PRINT"ABSCHLUSSWIDERSTAND R":INPUT R
```

```
70 Z=R:ZT=1.25*Z:ZPI=0.8*Z
80 PRINT"Z=";Z;" ZT=;ZT;" ZPI=";ZPI
90 PRINT"INDUKTIVITAET UND KAPAZITAET"
100 PRINT"FG";:INPUT FG
110 L=0.159*Z/FG:C=0.159/(Z*FG)
120 PRINT"L=";L;" C=";C
130 PRINT"MIT HILFE DER BILDER ERGEBEN SICH:"
140 PRINT"T-GLIED"
150 PRINT"LAENGSZWEIG JE EIN L"
160 PRINT"QUERZWEIG EIN C"
170 PRINT"PI-GLIED"
180 PRINT"LAENGSZWEIG ZWEI L"
190 PRINT"QUERZWEIG JE EIN C"
200 PRINT"DAEMPFUNG IM SPERRBEREICH A"
210 PRINT"F/FG=X":PRINT"ANFANGSWERT XA, ENDWERT XE,
SCHRITTWEITE S"
215 INPUT XA,XE,S
220 FOR X=XA O XE STEP S
230 A=2*LOG(X+SQR(X^2-1))
240 PRINT A,X
250 NEXT X
255 PRINT
260 PRINT"HOCHPASS"
270 PRINT"T-GLIED"
280 PRINT"LAENGSZWEIG JE EIN C"
290 PRINT"QUERZWEIG L/2"
300 PRINT"PI-GLIED"
310 PRINT"LAENGSZWEIG C/2"
320 PRINT"QUERZWEIG JE EIN L"
330 PRINT"DAEMPFUNG A (X<1)"
335 PRINT
340 PRINT"BANDPASS"
350 PRINT"FG2,FG1":INPUT FG2,FG1
360 C1=0.159*(FG2-FG1)/(Z*FG2*FG1)
362 C2=0.159*(1/(Z*(FG2-FG1))
364 L1=0.159*Z/(FG2-FG1)
366 L2=0.159*Z*FG2-FG1)/(FG2*FG1)
370 PRINT"C1=";C1;" C2=";C2;" L1=";L1
375 PRINT" L2=";L2
380 PRINT"T-GLIED"
390 PRINT"LAENGSZWEIG C1,L1 UND C1,L1"
395 PRINT"QUERZWEIG 2*C2,O.5*L2"
400 PRINT"PI-GLIED"
410 PRINT"LAENGSZWEIG SAUGKREIS ZWEI L1,O.5*C1"
```

```
420 PRINT"QUERZWEIG JE EIN L2,C2"
430 PRINT DAEMPFUNG A(BETRAG X)"
435 REM F1 IST DIE BETRACHTETE FREQUENZ
440 PRINT F1,FG2,FG1":INPUT F1,FG2,FG1
450 X=(F1-(FG2*FG1)/F1)/(FG2-FG1)
460 A=LOG(X+SQR(X^2-1))
470 PRINT"REICHT A NICHT AUS, SIND DIE";
480 PRINT" GLIEDER ENTSPRECHEND ZU ERHOEHEN"
```

Programm 35 – Parabolantenne

Hohe Antennengewinne kann man bei der Anwendung einer Parabolantenne erreichen. Das rechtfertigt auch den relativ hohen Aufwand zur Anfertigung solcher Gebilde. Das Programm gibt die dafür notwendigen Kennwerte an.

Zeile 50: Eingabe der Spiegeltiefe Q. Dabei sollte man von Q = 2,5 ausgehen.

Zeile 60: Eingabe der Wellenlänge in cm.

Zeile 80: Eingabe des Spiegeldurchmessers d (D) in cm.

Zeilen 90 bis 100: Berechnung und Angabe der Brennweite f (F) in cm.

Zeilen 140 bis 150: Berechnung und Angabe der Maschenweite MA in cm.

Zeilen 180 bis 190: Berechnung und Angabe des Antennengewinns G (und Z bei G in DB).

Zeilen 250 bis 280: Darstellen der Parabel mit Hilfe einer FOR/NEXT-Schleife.

```
10 REM PARABOLANTENNE
20 PRINT CHR$(125)
30 PRINT"SPIEGELTIEFE Q>1 (FLACH)";
40 PRINT"Q<1 (TIEF), OPTISCHE IWELLENLAENGE W, Q=2.5"
50 PRINT"Q";:INPUT Q
60 PRINT"WELLENLAENGE W";:INPUT W
70 PRINT"SPIEGELDURCHMESSER MINIMAL 10*W"
80 PRINT"SPIEGELDURCHMESSER D";:INPUT D
90 B=(Q*D^2)/16:F=SQR(B):P=2*F
100 H=2*P:PRINT"BRENNWEITE F=":F
110 PRINT"B=";B;" D=";D;" P=";P;" H=":H
120 PRINT:PRINT
130 PRINT"HALBWELLENDIPOL IM BRENNPUNKT"
140 MA=0.707*W
```

```
150 PRINT"MASCHENDRAHTWEITE MA=";MA
170 U=3.14*P/W:G=1.5*U^2
180 PRINT"ANTENNENGEWINN G=";G
190 Z=4.34*LOG(G):PRINT"G IN DB Z=";Z
210 V=D/100:F=30/W:OW=21.3/(V*F)
220 PRINT"OEFFNUNGSWINKEL OW=";OW
230 PRINT"ANGABE DER PARABEL"
240 PRINT"XA,XE,S":INPUT XA,XE,S
250 FOR  X=XA TO XE STEP S
260 Y=SQR((H)*X)
270 PRINT Y,X
280 NEXT X
```

Programm 36 – Aktive Filter 2. Ordnung

Zeile 30: Berechnungen zum Tiefpaß.
Zeilen 40 bis 45: Eingabe der Grenzfrequenz (FG) in Hz und der Bezugskapazität (CB) in nF.
Zeile 50: Berechnung und Angabe des Bezugswiderstandes RB (RB) in Ω (OHM).
Zeilen 60 bis 70: Berechnung und Angabe der Kapazitäten (C1) und (C2) in nF.
Zeilen 90 bis 140: Zeichnen des Dämpfungsverlaufes (Amplitudenganges) in dB bei der Normierung von f/f_G mit Hilfe einer FOR/NEXT-Schleife.
Zeile 160: Berechnungen zum Hochpaß (ff.).
Zeile 170: Eingabe der Grenzfrequenz (FG) in Hz.
Zeile 175: Berechnung und Angabe des Bezugsleitwertes GB.
Zeilen 180 bis 185: Berechnung und Angabe der Widerstände (R1)und (R2) in Ω (OHM).
Zeile 190: Angabe der Kapazitäten (C1) und (C2).
Zeilen 220 bis 260: Zeichnen des Dämpfungsverlaufes (Amplitudenganges) mit Hilfe einer FOR/NEXT-Schleife.
Zeile 280: Eingabe der Kreisgüte Q.
Zeile 300: Berechnung und Angabe der Wellenlänge (OMEGA = W). Dieser Wert gilt für beide Filtertypen in dB [14].

```
10 REM AKTIVE FILTER 2. ORDNUNG
20 PRINT CHR$(125)
30 PRINT "TIEFPASS"
40 PRINT"GRENZFREQUENZ FG":INPUT FG
```

```
45 PRINT"BEZUGSKONSTANTE CB":INPUT CB
50 RB=0.159/(FG*CB):PRINT"RB=";RB
60 C1=0.159*1.414/(FG*RB)
70 C2=O.159*0.707/(FG*RB)
80 PRINT"AMPLITUDENGANG"
90 PRINT"XA,XE,S":INPUT XA,XE,S
100 FOR X=XA TO XE STEP S
110 Y1=(1/(1+X^4))*SQR(1+X^4)
120 T=8.68*LOG(Y1)
130 PRINT Y1,T,X
140 NEXT X
150 PRINT:PRINT
160 PRINT"HOCHPASS"
170 PRINT "GRENZFREQUENZ FG";:INPUT FG
175 GB=6.28*FG*CB:PRINT"GB=";GB
180 R1=0.707/GB;R2=1.414/GB
185 PRINT"R1=";R1;" R2=";R2
190 C1=CB:C2=CB:PRINT"C1=";C1:" C2=";C2
200 PRINT"AMPLITUDENGANG"
210 PRINT"XA,XE,S":INPUT XA,XE,S
220 FOR X=XA TO XE STEP S
230 Y2=(X^2/(1+X^4))*SQR(1+X^4)
240 H=8.68*LOG(Y2)
250 PRINT Y2,H,X
260 NEXT X
270 PRINT"WELLIGKEIT W"
280 PRINT"GUETE Q";:INPUT Q
300 W=8.68*LOG(Q):PRINT"W=";W
```

Programm 37 – Resonator

Die Realisierung hoher Güten bei hohen Frequenzen gelingt nur mit Topfkreisen u. ä. Gebilden. Dazu kann man den im Programm errechneten Resonator zählen. Der besondere Bestandteil in diesem Resonator ist die in den Topfkreisboden eingelötete Wendelspule mit einem Ende. Am heißen Ende kann aus Abstimmungsgründen ein verlustfreier Trimmer Verwendung finden. Die Auskopplung kann mittels Anzapfung erfolgen.

Zeile 30: Eingabe der Resonanzfrequenz FO (FO) in MHz.

Zeilen 40 bi 50: Eingabe des Innendurchmessers des Resonanzraumes d (D) in cm.

Zeile 60: Berechnung und Angabe Windungszahl W.

Zeile 110: Berechnung der Induktivität in H.
Zeilen 140 bis 145: Berechnung und Angabe der Kreisgüte QL (QL).
Zeilen 150 bis 155: Berechnung und Angabe des Drahtdurchmessers der Spule d_D (DD) in cm.

```
10 REM RESONATOR (HOHE FREQUENZEN)
20 PRINT CHR$(125)
30 PRINT"RESONANZFREQUENZ FO";:INPUT FO
40 PRINT"INNENDURCHMESSER DES";
50 PRINT"RESONANZRAUMES D":INPUT D
55 DW=0.55*D:PRINT"MITTLERER DURCHMESSER DER SPULE"
60 W=4800/(FO*D):PRINT"WINDUNGEN W=";W
70 RW=(FO*D^2)/5840:PRINT"FO*D^2/W=";RW
80 H=RW*W:PRINT"LAENGE DER SPULE H=";H
90 LR=H+D/2:PRINT"LAENGE DES RESONATORS lLR=";LR
100 X=W^2*DW^2:X=X/100
110 Y=DW^2:Y=1-Y:L=X+Y+H
120 LA=3.14*DW*W+3:PRINT"DRAHTLAENGE lLA=";LA
130 VK=((D^2*3.14)/4)*LR:PRINT"VK=";VK
140 QL=21.5*VK^0.33*FM^0.5
145 PRINT"KREISGUETE QL=";QL
150 DD=0.55*RW
155 PRINT"DRAHTDURCHMESSER DER SPULE DD=";DD
```

Programm 38 – Gedruckte Spule (geätzt)

Gedruckte (geätzte) Spulen geben eine praktikable Möglichkeit, Spulen im UHF-Bereich zu realisieren.
Bei der Berechnung der Windungszahl geht man von den äußeren Abmessungen der Spulenwindungen aus [10].
Zeile 40: Eingabe des äußeren Maßes A der (quadratischen) Spule in cm.
Zeile 50: Eingabe der Leiterbahnbreite b_L (LB) in mm.
Zeile 60: Eingabe des Leiterbahnabstandes a_L (LA) in mm.
Zeile 70: Eingabe der Windungszahl.
Zeile 80: Angabe, ob die in Zeile 70 eingegebene Windungszahl zulässig ist.
Zeilen 100 bis 110: Berechnung und Angabe der Induktivität L in nH.

```
10 REM GEDRUCKTE SPULE (GEAETZT)
20 PRINT CHR$(125)
30 PRINT"SPULENAUSFUEHRUNG (QUADRAT)"
40 PRINT"AEUSSERES SPULENMASS";:INPUT A
50 PRINT"LEITERBAHNBREITE LB";:INPUT LB
60 PRINT"LEITERBAHNABSTAND LA";:INPUT LA
70 PRINT"WINDUNGSZAHL W";:INPUT W
80 IF 2*W*(LB+LA)>A THEN PRINT"ZUVIEL W"
90 K1=31*(A/LB)^(1/7)-28
100 L=K1*W*(A-1.273*(W-1)*(LB+LA))/10
110 PRINT"INDUKTIVITAET IN NH,L=";L
```

Programm 39 – Induktivitäten

Zeile 40: Eingabe des Durchmessers der einlagigen Zylinderspule d (D) in mm, deren elektrische Länge l_e (LE) in mm sowie der Windungszahl.

Zeile 50: Berechnung und Angabe der Induktivität dieser einlagigen Zylinderspule L_Z (LZ) in µH.

Zeile 70: Eingabe der Permeabilität der Ringspule µ (MY) in H/cm, deren elektrische Länge l_e (LE) in cm und von Q in cm².

Zeile 90: Berechnung und Angabe der Induktivität der Ringspule L_R (LR) in µH.

Zeile 110: Eingabe der Permeabilität der HF-Eisenkernspule µ (MY) in H/cm, deren elektrischen Länge l_e (LE) in cm und von Q in cm².

Zeilen 120 bis 125: Berechnung und Angabe des AL-Wertes in H/cm und der Induktivität der HF-Eisenkernspule L_H (LH) in H.

Zeile 150: Eingabe der Permeabilität der Eisenkernspule µ (MY) in H/cm, deren Windungszahl W, der elektrischen Länge l_e (LE) in cm und von Q in cm².

Zeilen 160 bis 165: Berechnung und Angabe der Induktivität einer Eisenkernspule L_{Fe} (LFE) in H.

Zeilen 170 bis 200: Berechnung der magnetischen Leifähigkeit in Eisen und Luft.

Zeile 220: Berechnung und Angabe der resultierenden magnetischen Leitfähigkeit AL_G (ALG) in H/cm.

Zeile 230: Berechnung und Angabe der Induktivität einer Eisenkernspule mit Luftspalt L_{FG} (LFG) in H.

Zeilen 240 bis 260: Berechnung und Angabe der Induktionsspannung U_I (UI) in V. In Zeile 250 erfolgt die Eingabe der Stromänderung I_D (ID) in A, der Zeitänderung t_D (DT) in s sowie der Induktivität L in H.

```
10 REM INDUKTIVITAETEN (L)
20 PRINT CHR$(125)
25 REM WINDUNGSZAHL W, FLAECHE Q, 1ELEKTRISCHE LAENGE
LE
30 PRINT"EINLAGIGE ZYLINDERSPULE"
35 REM DURCHMESSER D
40 PRINT"W,D,LE":INPUT W,D,LE
50 LZ=W^2*D^2/(100*LE+45*D):PRINT"LZ=";LZ
60 PRINT"INDUKTIVITAET EINER RINGSPULE"
70 PRINT"MYR,Q,W,LE":INPUT MYR,Q,W,LE
80 MY=1.256*1E-8*MYR:PRINT"MY=";MY
90 LR=(12560*MY*Q*W^2)/LE:PRINT"LR=";LR
100 PRINT"INDUKTIVITAET EINER HF-1EISENKERNSPULE"
110 PRINT"MYR,Q,LE":INPUT MYR,Q,LE
120 AL=(1.256E-8)*MYR*Q/LE
125 LH=1000*W^2*AL:PRINT"LH=";LH
130 REM AL-WERT
140 PRINT"INDUKTIVITAET EINER 1EISERNKERNSPULE"
150 PRINT"MYR,W,LE,Q":INPUT MYR,W,LE,Q
160 LFE=((1.256E-8)*MYR*Q*W^2)/LE
165 PRINT"LFE=";LFE
170 PRINT"LL,MYR,Q":INPUT LL,MYR,Q
180 ALL=((1.256E-8)*MYR*Q)/(2*LL)
190 PRINT"LFE,Q,MYR":INPUT LFE,Q,MYR
200 ALF=((1.256E-8)*MYR*Q)/LFE
210 PRINT"GESAMTMAGNETISCHER LEITWERT"
220 ALG=ALF*ALL/(ALF+ALL):
225 PRINT"ALG=";ALG
230 LFG=W^2*ALG:PRINT"LFG=";LFG
240 PRINT"INDUKTIONSSPANNUNG UI"
245 REM DI=STROMAENDERUNG, 1DT=ZEITAENDERUNG
250 PRINT"DI,DT,L":INPUT DI,DT,L
260 U!=(DI/DT)*L:PRINT"UI=";UI
```

3.4. Grafik

Programm 40 – Kurvenverlauf

Das Programm ist dazu geeignet, Kurvenverläufe ohne großen Aufwand sichtbar zu machen.

Der Kurvenverlauf im Beispiel ist jedoch nicht kontinuierlich. Trotzdem kann man mit der FOR/NEXT-Schleife und der STEP-Anweisung den tendenziellen Verlauf der Kurve gut erkennen. Das Bild wird schon daher akzeptabel, da die STEP-Anweisung eine gewisse Abtastung möglich macht.

In diesem Beispiel wird der Verlauf der Frühausfallphase mit $y = 1/KO^{(\sqrt{TP})}$ gezeigt. Einen ähnlichen Kurvenverlauf weist eine fallende Exponentialfunktion auf.

Zeile 40: Angabe der Begrenzung der Kurve durch X und Y.

Zeile 50: Eingabe der vorliegenden Kurvenverläufe mit Hilfe der Variablen A und B.

Zeile 60: Diese POSITION-Anweisung soll den Kurvenverlauf darstellen.

Zeilen 30 bis 70: Zeichnen der Kurve durch eine FOR/NEXT-Schleife. Sichtbar wird der Kurvenverlauf durch die PRINT-Anweisung in Zeile 70.

Zeilen 80 bis 130: Zeichnen der x- und y-Achse mit Hilfe von FOR/NEXT-Schleifen.

```
10 REM KURVEN ZEICHNEN IN PSEUDOGRAFIK
20 PRINT CHR$(125)
30 FOR I=0 TO 4 STEP 0.7
40 X=4:Y=18
50 A=6*I:B=18/45^(0.2*I)
60 POSITION X+A,Y-B
70 PRINT".":NEXT I:
80 FOR K=1 TO 25
90 POSITION K,19:PRINT"-":REM X-ACHSE
100 NEXT K
110 FOR I=1 TO 19
120 POSITION 2,I:PRINT"I":REM Y-ACHSE
130 NEXT I
```

Programm 41 – Kardeoide

Der Kurvenverlauf in diesem Programm ist kompliziert. Diese Figur wurde deshalb gewählt, da die Funkpeilempfänger mit Rahmen und Hilfsantenne eine derartige Charakteristik aufweisen.
Zeile 40: Die STEP-Anweisung in dieser FOR/NEXT-Schleife kann individuell verändert werden.
Zeilen 50 bis 70: Nach Eingabe von X und Y wird mittels der PLOT-Anweisung der Kurvenverlauf sichtbar.

```
10 REM KARDEOIDE
20 GRAFIK 7+16:SETCOLOR 1,4,5:COLOR 1
30 DEG:R=15
40 FOR WI=0 TO 360 STEP 10
50 X=R*(2*COS(WI)-COS(2*WI))
60 Y=R*(2*SIN(WI)-SIN(2*WI))
70 PLOT X+80,Y+60
80 NEXT WI
90 GOTO 10
```

Programm 42 – Sinus- und Cosinuskurve

Dieses Programm kann beispielsweise eine Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung erkennbar machen.
Zeilen 30 bis 60: Zeichnen der x- und y-Achse mit Hilfe von FOR/NEXT-Schleifen.
Zeilen 70 bis 120: Zeichnen der Kurven durch eine FOR/NEXT-Schleife. Mit den Variablen A, B und C in den POSITIONS-Anweisungen werden die Kurvenverläufe gezeichnet (sichtbar durch die PRINT-Anweisungen).

```
10 REM SINUS- UND COSINUSKURVE
20 PRINT CHR$(125);:POKE 752,1
30 FOR K=3 TO 28
40 POSITION K,11:PRINT"-";:NEXT K
50 FOR K=1 TO 19
60 POSITION 4,K:PRINT"ö";:NEXT K
70 FOR I=0 TO 7.85 STEP 7.85/20
80 A=5+(18/6.28)*I:B=10-5*SIN(I)
90 POSITION A,B:PRINT".";
100 C=10-8*COS(I)
110 POSITION A,C:PRINT"+";
120 NEXT I
```

Programm 43 – Spirale

Dieses Programm soll das Zeichnen der relativ komplizierten Figur einer Spirale demonstrieren.

Zeilen 50 bis 70: Angabe der Koordinaten X und Y sowie der Abhängigkeit der Variablen XI und YI. Wegen des Grafik-Modus muß auch hier die PLOT-Anweisung Verwendung finden.

Zeile 90: Durch GOTO 90 bleibt die Figur auf dem Bildschirm stehen.

```
10 REM SPIRALE
20 GRAFIK 7+16:SETCOLOR 1,5,5
30 DEG:COLOR1
40 FOR I=1 TO 1420 STEP 15
50 X=80:Y=40:R=I/40:T=I
60 XI=R*COS(T):YI=R*SIN(T)
70 PLOT X+XI,Y+YI
80 NEXT I
90 GOTO 90
```

Programm 44 – Kreis mit verschiedenen Radien

Interessant ist in diesem Programm, daß nach Abschluß der Zeichnung durch eine INPUT-Anweisung mit einem anderen Radius r (R) sofort dieser Kreis gezeichnet wird.

Zeilen 50 bis 70: Mit Hilfe der FOR/NEXT-Schleife von X und Y wird dann der Kreis durch die PLOT-Anweisung in Zeile 70 sichtbar.

Zeile 90: Eingabe eines anderen Radius.

```
10 REM KREIS MIT VERSCHIEDENEN RADIEN
20 GRAFIK 7+16:SETCOLOR 1,4,5:COLOR 1
30 DEG
40 A=45-R
50 FOR WI=0 TO 360 STEP 10
60 X=A*COS(WI):Y=A*SIN(WI)
70 PLOT X+80,Y+50
80 NEXT WI
90 PRINT"EIN ANDERES R":INPUT R
100 GOTO 10
```

Programm 45 - Achsenkreuz mit Maßstab und Gerade
Zeilen 30 bis 60: Zeichnen der x- und y-Achsen mit Hilfe von FOR/NEXT-Schleifen.
Zeilen 70 bis 90: Maßstabsmarkierungen mit PRINT "+" angeben. Durchgängige Kennzeichnung auf beiden Achsen durch FOR/NEXT-Schleifen.
Zeilen 100 bis 120: Zeichnen der Geraden vom Ursprung des Koordinatensystems durch FOR/NEXT-Schleifen.

```
10 REM ACHSENKREUZ MIT MASSTAB/GERADE
20 PRINT CHR$(125);POKE 752,1
30 FOR I=1 TO 25
40 POSITION I,18:REM X-ACHSE
45 PRINT"-":NEXT I
50 FOR K=1 TO 18
55 POSITION 2,K:REM Y-ACHSE
60 PRINT"ö":NEXT K
65 PRINT
70 FOR I=2 TO 25 STEP 5
75 POSITION I,18:PRINT"+":NEXT I
80 FOR K=0 TO 18 STEP 3
90 POSITION 2,K:PRINT"+":NEXT K
100 FOR J=0 TO 10
110 A=2+2*J:B=18-J
120 POSITION A,B:PRINT".":NEXT J
```

Programm 46 – Zeichnen eines Dreieckes
Mit Hilfe der PLOT- und DRAWTO-Anweisungen soll gezeigt wer-den, auf welcher Weise eine Figur im Grafik-Modus erscheinen kann. Die schrägen Linien sind aufgrund der Rasterung der Bildpunkte nicht kontinuierlich.

```
10 REM DREIECK
20 GRAFIK 7:SETCOLOR 2,4,5:COLOR 1
30 PLOT 40,60:DRAWTO 80,60
40 PLOT 40,60:DRAWTO 70,30
50 PLOT 70,30:DRAWTO 80,60
```

Programm 47 - Zeichnen eines Kreises
In diesem Programm wird im Grafik-Modus ein Kreis dargestellt. Bei fehlender DEG-Anweisung wird aus dem Kreis ein vielzackiger Stern.
Zeilen 90 bis 120: Die PLOT- und DRAWTO-Anweisungen vollenden das Zeichnen des Kreises mit der notwendigen Vorarbeit in der Zeile 60.

```
10 REM KREIS ZEICHNEN
20 DEG
30 GRAFIK 8
40 SETCOLOR 2,4,14:SETCOLOR 1,0,0
50 X=160:Y=90
60 FOR R1=50 TO 59 STEP 5
70 R=R1+1
80 COLOR 1
90 PLOT X+R,Y
100 NEXT R1
110 FOR WI=0 TO 360 STEP 10
120 DRAWTO X+R*COS(WI),Y+R*SIN(WI)
130 NEXT WI
```

3.5. Verschiedenes

Programm 48 – Digitaluhr
Dieses Programm ist für Demonstrationszwecke und beispielsweise für eine Digitaluhr oder andere Timer gut geeignet. Das Funktionsprinzip beruht auch hier auf einer FOR/NEXT-Schleife.
Zeile 30: Eingabe der aktuellen Stunde, Minute und Sekunde. Bei Notwendigkeit kann eine andere, dem Zweck entsprechende Zeit eingegeben werden.
Erst mit der RUN-Anweisung beginnnt der Ablauf der Zeit (in der Zeile 180 ersichtlich).

```
10 REM DIGITALUHR
20 S=59
30 PRINT"ZEIT (ST,MIN,S)":INPUT ST,MIN,S
35 IF ST>24 THEN 30
40 IF MIN>59 THEN 30
50 FOR I=1 O 480:NEXT I
```

```
60 S=S+1
70 IF S=60 THEN 90
80 GOTO 180
90 S=0
100 MIN=MIN+1
110 IF MIN=60 THEN 130
120 GOTO 180
130 MIN=0
140 ST=ST+1
150 IF ST=24 THEN 170
160 GOTO 180
170 S=0:MIN=0:ST=0
180 PRINT"ST=";ST;" MIN=";MIN;" S=";S
190 GOTO 50
```

Programm 49 – Alphabetisches Ordnen

Das Ordnen kann nach individuellen Parametern durchgeführt werden.

Zeile 35: Eingabe mehrerer Buchstaben, eines Wortes oder eines kleinen Satzes (je nach Verwendungszweck).

Zeile 85: Angabe der Buchstaben, der Buchstaben des eingegebenen Wortes bzw. Satzes nach alphabetischer Reihenfolge. Das Ordnen erfolgt erst nach der RUN-Anweisung.

Nach der Angabe in Zeile 85 ist eine erneute Eingabe möglich. Dabei verschwindet der erste geordnete Teil nicht, vielmehr findet fortfolgend eine Kulmunierung aller Eingaben statt.

```
10 REM ALPHABETISCHES ORDNEN
20 PRINT CHR$(125);:K=1
22 DIM W$(40),H$(40)
25 PRINT"PROGRAMM ORDNET BUCHSTABEN";
30 PRINT"IN ALPHABETISCHER REIHENFOLGE"
35 PRINT"WORT EINGEBEN":INPUT W$
40 L=LEN(W$):FOR I=65 TO 65+26
45 FOR J=1 TO L
50 G=ASC(W$(J))
55 IF G=I THEN H$(K)=CHR$(G)
60 NEXT J:NEXT I
70 PRINT"IN ALPHABETISCHER REIHENFOLGE"
80 PRINT
85 PRINT"      ";H$
90 GOTO 25
```

Programm 50 – Telefonverzeichnis bzw. Calliste

Dieses Programm findet in der Praxis breite Anwendung. Auch kann die Aufstellung nach DATA relativ lang sein. Man sollte die Strings dementsprechend dimensionieren (in Zeile 20 ersichtlich).
Zeile 35: Eingabe des Wortes (Name o. ä.).
Das eingegebene Wort bzw. der Name muß genauso wie in der DATA-Anweisung geschrieben sein. Hat man sich bei der Eingabe in Zeile 35 verschrieben (oder ein für DATA völlig neues Wort eingegeben), so lautet das Ergebnis des Suchens "nicht vorhanden". Dabei sollte man individuell ein einheitliches System geltend machen - beispielsweise ob die Vornamen abgekürzt oder ausgeschrieben, vor oder nach dem Familiennamen geschrieben werden sollen.
Die Telefonnummern, Adressen... sind an den Namen gebunden. Bei Bedarf kann man das Verzeichnis auch erweitern. In diesem Fall ist ein weiterer String zu nehmen (Calliste, Bibliothek usw.).

```
10 REM TELEFONVERZEICHNIS BZW. CALLISTE
20 DIM N$(15),D$(15),T$(2)
35 PRINT"NAME";:INPUT N$
40 READ D$,N$
50 DATA MEIER,29034
60 DATA SCHULZE,8765
70 DATA SCHMIDT,666666
80 DATA JAEGER,786432
90 DATA BARTH,123456
100 DATA OPEL,123456
110 IF N$=D$ THEN PRINT:PRINT D$,T$:END
120 IF D$=OPEL THEN PRINT:PRINT"NICHT IVORHANDEN":END
130 GOTO 40
```

4. Programmstart durch Auslösung von RUN

Der Beweis für die richtige Eingabe der Programme wird erst dann ersichtlich, wenn nach der RUN-Anweisung die geforderten INPUT-Eingaben erfolgten und eben das Ergebnis richtig ist. Spätestens hier zeigt sich auch, ob die Zahlenwerte in der vorgesehenen Dimension eingegeben wurden.
Besonders beeindruckend ist die Vielfalt des Computers und seine Schnelligkeit, in der er die Ergebnisse angibt. Zuzüglich seine Fähigkeit, erneute Aufgaben unter den gleichen Bedingungen lösen zu können. Somit ist es eigentlich wieder offensichtlich – der Computer ist ein tatsächlicher und zuverlässiger Partner am Arbeitsplatz und im Hobbybereich.
Nachfolgend werden die Programme mit Hilfe von Beispielen über die RUN-Anweisung überprüft.

4.1. Aufstellung der Lösungen

4.1.1. Mathematik

PROGRAMM 1

```
RUN
A*X+B*Y=K1:C*X+D*Y=K2
ES SIND A,B,C,D,K1,K2 EINZUGEBEN
?2
?3
?4
?1
?2
?
K=10
UNBEKANNTE X=2.2
UNBEKANNTE Y=0.8
?1
?1
```

```
?1
?1?2
?6
K=0
ES GIBT KEINE LOESUNGEN
```

PROGRAMM 2

```
RUN
X^2+A*X+B=0
D=(A/2)^2-B,a=A,b=B
LOESUNG X1=-A/2+SQR(D)
LOESUNG X2=-A/2-SQR(D)
FALLS D>0 DANN X1,X2 REELLE LOESUNGEN
FALLS D=0 DANN X1=X2
FALLS D<0 DANN X1,X2 KEINE REELLEN ILOESUNGEN
EINGABE VVON A,B
?-8
?15
D=1 X1=5  X2=-3
?6
?13
KEINE REELLEN LOESUNGEN
```

PROGRAMM 3

```
RUN
COSINUSSATZ
EINGABE DER SEITEN A,B,C
?24
?40
42?
ZWISCHENWERTE:
A1=0.8297     B1=0.367    C1=0.214
WEITERE WERTE DIE FUER TAN-FUNKTION
A11=0.3050  B11=0.6804   C11=0.804
DIE GESUCHTEN WINKEL:
AL=33.92  BE=68.46  GA=87.6
```

PROGRAMM 4

```
RUN
KARTESISCHE KOORDINATEN
X,Y
?10
```

```
POLARKOORDINATEN
R=22.36   PHI=63.43
X,Y
?-10
?20
R=22.36   PHI=116
X,Y
?-10
?-20
R=22.36   PHI=243
X,Y
?10
?-20
R=22.36   PHI=296
```

PROGRAMM 5

```
RUN
NATUERLICHE ZAHL ?25
011001
RUN
NATUERLICHE ZAHL ?250
011111010
```

PROGRAMM 6

```
RUN
ADDITION  Z1+Z2
R1,R2,PHI1,PHI2
?50
?90
?30
?55
A1=43.3  A2=51.62  B1=25  B2=73.72
BETRAG V. RA=137  WIMKEL PHIA=46.1

SUBTRAKTION Z1-Z2
BETRAG RO=49.3
WINKEL PHIO=80.6

MULTIPLIKATION Z1*Z2
A1,A2,B1,B2
?43.3
?51.62
```

?25
?73.72

BETRAG RM=4499.7 WINKEL PHIM=85

DIVISION Z1/Z2
BETRAG RQ=0.31
PHID=25

PROGRAMM 7

RUN
INTERVALLGRENZEN A,B
?0
?1
K=-6

A	B	X
0	1	0.5

K=-2.81

0.5	1	0.75

K=-0.166

0.625	0.75	0.6875

XO=0.6742
ERKENNEN DER NULLSTELLE MIT HILFE EINER ISCHLEIFE
XA,XE,S
?0.65
?0.7
?0.05

Y	X
0.1553	0.65
-017489	0.7

XO1 FUER Y GEGEN 0, IM BEISPIEL XO1=0.67

PROGRAMM 8

RUN

DF=(0.5/(X*E))*FA-FB):E=ABW .

ANWENDUNG EINER SCHLEIFE

ANFANGSWERT XA,ENDWERT XE,SCHRITTWEITE S
?0.001
?2.2

```
?0.2
F         D        X
1E-3      1.001    1E-3
0.232     1.275    0.201
0.493     1.35     0.401
0.726     1.285    0.601
1.006     1.127    0.801
1.21      0.906    1.001
1.366     0.65     1.201
1.469     0.375    1.401
1.514     0.09     1.601
1.509     -0.169   1.801
1.45      -0.418   2.001

IM ANGEGEBEN INTERVALL HAT DIE FUNKTION
EIN MAXIMUM BEI X=1.601
```

PROGRAMM 9

```
RUN
f(x)=2*x^2+x+1
H=0.33
M=1
FA=1   FB=11   FM=4
F=H*(FA+4*FM+FB)
INTEGRALWERT F=9.33
```

4.1.2. Testergebnisse und Qualitätssicherung

PROGRAMM 10

```
RUN
ANZAHL DER MESSWERTE N
?6
EINGABE DER EINZELMESSWERTE
X1?50
X2?100
X3?200
X4?250
X5?300
X6?500
ARITHMETISCHES MITTEL M=233.33
GEOMETRISCHES MITTEL G=182.95
QUADRATISCHES MITTEL Q=275, 37
```

HARMONISCHES MITTEL H=135.3

PROGRAMM 11

```
RUN
WIEVIEL WERTEPAARE N
?3
ANGABE DER MESSWERTE:
X1?5
Y1?12
X2?10
Y2?20
X3?15
Y3?22
ZWISCHENWERTE:
K1=30  K2=350  K3=54  K4=1028  K5=590

ERRECHNETE KONSTANTEN:
A=1  B=8
BESTIMMHEITSMASS  R=0.89
MIT KENNTNIS VON A UND B KANN IN 1ABHAENGIGKEIT VON X,Y
BESTIMMT WERDEN
ENDWERT XE, SCHRITTWEITE S
?6
?1
Y     X
8     0
9     1
10    2
11    3
12    4
13    5
```

PROGRAMM 12

```
RUN
WIEVIEL WERTEPAARE N
?6
EINGABE DER WERTE
T1?24
R1?0.9911
T2?48
R2?0.9866
T3?72
```

```
R3?0.9844
T4?96
R4?0.9822
T5?120
R5?0.98
T6?144
R6?0.977
ZWISCHENWERTE:
K1=11.13     K2=-12.96
K3=-23.85    K4=21.02
RARAMETER:
FORMPARAMETER A=0.5647
B=-3.208
K6=5.03
MASSTABPARAMETER D=109510
FUNKTIONSWERT FUER DIE FIXIERTE ZEIT T
?144
ZUVERLAESSIGKEITSFUNKTION RT=0.97724
AR-FUNKTION Z=9.255E-5
```

PROGRAMM 13

```
RUN
PRUEFLINGE N?5
EINGABE DER MESSWERTE::
T1?1000
T2?1500
T3?2000
T4?2500
T5?2600
M1=9600
ERWARTUNGSWERT M=1920
STREUUNG S=676
BETRACHTUNGSZEIT T:
?2000
NORMIERTE GROESSE Z:
Z=0.118
FOLGENDE FUNKTION GILT FUER Z BIS 1.5
WERT DER VERTEILUNGSFUNKTION VF=0.547
Z-FUNKTION RF=0.452
```

PROGRAMM 14

```
RUN
AR-GRUPPEN Z
?4
VORLIEGENDE WERTE EINGEBEN
X1?00
U1?1E-6
X2?200
U2?5E-7
X3?150
U31E-6
X4?50
U4?1E-5
N-BE,GESAMTAUSFALLRATE ZG
N=500    ZG=8.5E-4
MITTLERE FUNKTIONSDAUER TM=1176
BETRACHTETE OPERATIONSZEIT T
?1000
ZUVERLAESSIGKEITSFUNKTION RT=0.427
NG?1
ANZAHL DER AUSFAELLE RO=0.57
```

PROGRAMM 15

```
RUN
R1 AUSFAELLE BIS ENDE T1
R2 AUSFAELLE BIS ENDE T2
?4
?10
?24
?144
ANZAHL DER PRUEFLINGE N
BETRIEBSAUSFALLRATE ZM
?450
?1E-5
AUSFALLSAETZE P1,P2,P
P1=8.8E-3,P2=0.0222,P=0.4
ERMITTLUNG DER NULLSTELLE XO
INTERVALLGRENZEN A,B
?0
?0.01
NULLSTELLE:8.5E-3
KENNZEICHENDE AR A=XO
FUER DIE KONSTANTE C GILT:
```

```
C=0.0236
AR ZUR ZEIT T=0
ZO=4.62E-4
VERHAELTNIS DER AR:
KO=46.27
DAUER DER FAP TP=195.42
KONTROLLE DER WERTE
R1=3.99    R2=9.99
Z1=2.89E-4
Z2=2.74E-5
ZP=1E-5
```

PROGRAMM 16

```
RUN
R1 AUSFAELLE BIS T1
R2 AUSFAELLE BIS T2
?1
?3
?24
?144
AUSFALLSAETZE P1,P2,P
ZEITVERHAELTNIS T
ANZAHL NJ DER BAUELEMENTE
BETRIEBSAUSFALLRATE ZM
?3000
?3E-8
P1=3.3E-4 P2=1E-3  P=3.3E-1  T=1.66E-1
ZEITVERHAELTNIS T
INTERVALLGRENZEN A, B
?0
?1
A   B  X
ERMITTLUNG DER NULLSTELLE
NULLSTELLE X0=0.709
KONSTANTEN C=1.14E-3
KENNZEICHNENDE AR AF=6.21E-3
ZO=1.63E-5
KO=546
DAUER DER FAP TP=439
ENDWERT DER ZEIT T UND SCHRITTWEITE S
?200
?24
```

```
ENDWERT RP=3.21 INT(RP)=3
ENDWERT DER AUSFALLRATE ZP=3E-8
```

PROGRAMM 17

```
RUN
                    ZEITABSTAENDE T
                    ? 5
                    ? 8
                    ?11
                    ?14
                    ?17

                    MESSWERTE A
                    ? 2
                    ? 8
                    ?10
                    ?13
                     ?16
```

4.1.3. Elektro- und Amateurtechnik

PROGRAMM 18

```
RUN
BERECHNUNG DER SPANNUNG UA
UE,R1,R2
?1
?800
?100
AUSGANGSSPANNUNG UA=0.111
RL PARALLEL R2
RL?200
AUSGANGSSPANNUNG UA=0.075
UMWANDLUNG DREIECK IN STERN
RA,RB,RC
?100
?100
?200
DIE WERTE IN STERN SIND:
R1=25  R2=100   R3=50
UMWANDLUNG STERN IN DREIECK
R1,R2,R3
```

```
R1,R2,R3
?1000
?2000
?3000
DIE WERTE IN DREIECK SIND:
RA=3666   RB=11000   RC=5500
VOR- UND NEBENWIDERSTAENDE VOM IINSTRUMENT
RI,JI,JM,UM,UI
?100
?1E-3
?1
?10
?1E-1
VORWIDERSTAND RV=9900
NEBENWIDERSTAND RN=0.1
```

PROGRAMM 19

```
RUN
SPANNUNGSTEILER R-C
FR,R,C,UE
?2.5E+2
?1E+3
?1E-6
?1E+2
AUSGANGSSPANNUNG UA=53.67
BETRAG DES SCHEINWIDERSTANDES RS=1185.11
PHASENWINKEL PHI=-32.45
SPANNUNGSTEILER R-L
FR,R,L,UE
?1E+2
?1E+1
?1E-1
?1E+1
AUSGANGSSPANNUNG UA=1.57
BETRAG DES SCHEINWIDERSTANDES RS=63.59
PHASENWINKEL PHI=80.95
```

PROGRAMM 20

```
RUN
U,I,PHI
?106
?0.5
?60
```

```
WIRKLEISTUNG PW=25
BLINDLEISTUNG PB=43.3
SCHEINLEISTUNG
PS=49.99
RS=200
WIDERSTANDSWERT (BETRAEGE)
WIRKWIDERSTAND RW=100
BLINDWIDERSTAND RB=173
SCHEINWIDERSTAND RS=199
BLINDWIDERSTAND V.LU.C
F1,C,L,R
?100
?1E-4
?1E-2
?5
BLINDWIDERSTAND RC=15.9
BLINDIDERSTAND RL=6.28
WINKEL ZW.C U.R PHIC=-72.54
WINKEL ZW.L U.R PHIL=51.42
```

PROGRAMM 21

```
RUN
GLEICHSTROMWIDERSTAND E.LEITERS
RO,LA,Q
?1.78E-2
?1E+2
?1
WIDERSTAND R=1.78
WIDERSTANDSAENDERUNG D.TEMPERATUR
RG,DT,AL
?10
?40
?23.9E-3
RT=11.56
WIDERSTAND IN ABHAENGIGKEIT DER FREQUENZ
R,F1,D
?5
?3E+5
?0.1
WIRKWIDERSTAND RW=10.26
SKINEFFEKT
FH,RO
?1.4
```

```
?1.78E-2
EINDRINGTIEFE DE=5.4E-2
WELLENWIDERSTAND D. VERLUSTL.LEITUNG
L,C
?1E-6
?2E-10
Z=70.71
WELLENWIDERSTAND D.  DOPPELLEITUNG
D,A,EP
?1
?2
?3
ZD=95.84
WELLENWIDERSTAND D.KOAX- LEITUNG
D,A,EP
?10
?2
?4
ZK=48.28
```

PROGRAMM 22

```
RUN
FR,RP,L,C
?1E+6
?60000
?1E-4
?1E-9
BETRAG D.SCHEINWIDERSTANDES RS=159
PHASENWINKEL PHI =89.84
RESONANZFREQUENZ FO=502802
RL 22
RESONANZWIDERSTAND RR=2E+4
KREISGUETE Q
?1E+2
BANDBREITE D. KREISES B=5028
VERGROESSERUNG D. BANDBREITE B1
?10000
ZUSATZWIDERSTAND RZ=31919
CMI,CMA,CT,FU
?1E-11
?1.5E-10
?5E-12
?5E+5
```

```
OBERE FREQUENZ FH=1607275
KREISINDUKTIVITAET L=6.27E-4
INDUKTIVE TRANSFORMATION
W1,W2,RR,RB
?15
?5
?10000
?50
RESULTIERNEDER WIDERSTAND RSS=430
```

PROGRAMM 23

```
RUN
TKC1=K1,TKC2=K2,TKCP=TP
TEM.KOMP.V.C1,C2,PARAL.
C1,C2,K1,K2
?33
?37
?33E-6
?-150E-6
TK D. PARALLELSCH.TP=-6.37E-5
VERHAELTNIS D. KONDENS.
A=0.89
SERIENSCHALT. V.C3 U.C4
TKC3=K3,TKC4=K4,TKCS=TS
C3,C4,K3,K4
?50
?70
?-50E-6
?-30E-6
TK D. SERIENSCHALTUNG TS=3.3E-6
VERHAELTN.V.C3 U.C4
B=0.714
BESTIMMUNG TK(PARALLEL)
K1=1.04E-4
BESTIMMUNG TK(SERIE)
K3= 3.82E-5
```

PROGRAMM 24

```
RUN
PARALLELSCHALTUNG V.DREHKO U.TRIMMER
FO,FU,CMA,CMI
?3.8E+6
?3.3E+3
```

```
?15
TRIMMER CT
CT=245.74
ANZAPF.AN L
W1,W2
?20
?4
UE=5
C T1=9.82
SERIENSCHALTUNG CMA U.CS
CS=6.10
```

PROGRAMM 25

```
RUN
EMPFANGSKREIS FO,FU,CMA,CMI
?1500
?500
?300
?20
KAPAZITAETSVERH.=U,FREQUENZVERH.=Q
 U=15    Q=3
ANFANGSKAPAZITAETEN:
CA=35  CP=15
INDUKTVITAET LE=317.46
OSZILLATORKREIS
SCHNITTPUNKTFREQUENZEN F3>F2>F1
DIE FREQUENZEN BETRAGEN:
F1=540.76  F2=847.72   F3=1391.5
B=0.75
VERHAELTNISSE Q1=2.77  Q2=1.7  Q3=1.07
KAPAZITAETSWERTE:
C1=254.3     C2=94.58  C3=25.67
ZWISCHENFREQUENZ ?470
HILFSGROESZEN: QA=0.69  QB=0.99
VERKUERZUNGSKONDENSATOR CS
CS=324.26
LP IM OSZILLATORKREIS
CP=25.76
INDUKTIVITAET LOS
CU=99.0
LOS=182.07
```

PROGRAMM 26

```
RUN
U2,U1
?1
?0.1
SPANNUNGSVERSTAERKUNG VU=19.98
P2,P1
?1
0.001
LEISTUNGSVERSTAERKUNG VP=29.979
RL,RE,CK
?1000
?100
?1E-7
UNTERE GRENZFREQUENZ FU=1445.45
CS
?1E-10
OBERE GRENZFREQUENZ FO=1.59E+6
TB,TE
?5E-6
?1E-6
BANDBREITE B=87500
KLIRRFAKTOR
U1,U2,U3,U4
?1
?0.1
?0.005
?0.01
K=0.1
UST,USI
?0.1
?1
STOERUNGSGROESSE STOE=";STOE
STOE=0.1
```

PROGRAMM 27

```
RUN
AUSSTEUERUNGSGRAD
UM,IC,M
?30
?1
?0.8
BATTERIESPANNUNG UBA=15
WECHSELSPANNUNG UW=12
WECHSELSTROM IW=0.8
AUSSENWIDERSTAND RL=15
MIT DER NAEHRUNG ERGIBT SICH:
WECHSELSTROMLEISTUNG PO=4.79
GLEICHSTROMLEISTUNG PI=7.56
WIRKUNGSGRAD ETA=0.624
LASTWIDERSTAND RB
?2
UE=7.74
EISENLOSE ENDSTUFE
PO=7.5  UW=7.5   IW=2   RL=1.81
UBA=10.608
```

PROGRAMM 28

```
RUN
UBA,PC
?22
?0.3
WECHSELSP.  UW=1O.9
WECHSELSTROM IW=0.0425
KOLLEKTORSTROM IC=0.025
SPITZENSTROM IS=0.1
WEHSELSTROMLEISTUNG PO=0.228
LASTWIDERSTAND RL=254.2
INPUT PI=0.3
WIRKUNGSGRAD ETA=0.76
RESONANZWIDERSTAND
F1,Q,L
?3.5E+6
?100
1E-4
RO=219000
TRANSFORMATION RB:
UEBERSETZUNGSVERHAELTNIS UE
```

UE,RB
?10
?60
RB=60000
PC=0.072

PROGRAMM 29

RUN
LEERLAUFBANDBREITE B
RESONANZFREQUENZ FO,KREISGUETE Q
?5E+5
?140
B=3571.4
PARALLELWIDERSTAND RO
BLINDWIDERSTAND XB
?750
RO=1.05E+5
RI DES TS PARALLEL RO
?2E+5
RP=6.89E+4
FORDERUNG BANDBREITE B1
?7500
BETRIEBSGUETE Q1
Q1 =66.66
Q1<QP
QP=91.8
RP2=5E+4
RZ VERGROESSERT DIE BANDBREITE
RZ=1.83E+5
DURCH ANKOPPLUNG V.TS2 IST:
KOPPLUNGSKONDENSATOR CK
RE,RZ
?50
?1.83E+5
CK=1.05E-10
CK LIEGT DEM KREIS PARALLEL
RESULTIERENDE KREISKAPAZITAET
CRE=3.18E-10
C=4.24E-10
KREISINDUKTIVITAET:
L=2.35E-4
SPANNUNGSVERSTAERKUNG S
?0.02
VBA=11.44

PROGRAMM 30

```
RUN
INDUKTIVE AUSKOPPLUNG
K,L1,L2
?0.65
?5E-5
?5E-6
UEBERSETZUNGSVERHAELTNIS UE=4.86
TRANSFORMATION D.LASTWIDERSTANDES RB
RB,FU
?60
?3.5E+6
BETRAG D. BLINDWIDERSTANDES XL2=109.9
TRANSFORMERTER LASTW. RO=1426
KAPAZITIVE AUSKOPPLUNG
RO,RB,FU
?1000
?60
?3.5E+6
TRANSFORMATIONSVERHAE. UK=4.08
KONDENSATOREN C1=5.83E-10:C2=9.79E-9
```

PROGRAMM 31

```
RUN PI-GLIED
K1,RO,RB
?0.8
?3000
?750
BETRAG DES BLINDWIDERSTANDS XLT=309
HILFSGROESZEN A=60 B=4.64
F1?7E+6
KAPAZITAET CS=7.89E-11,CK=4.14E-10
ANPASSUNGSSCHALTUNG F.D.OHMSCHEN LASTWIDERSTAND
RAN>RB
F2,RAN,RB ?3.5E+6
?60
?50
`KAPAZITAET C=3.38E-10     L=1.01E-6
R1AN<RB1 R1AN,RB1,F3
?60
?200
7E+6
KAPAZITAET C1=5.78E-10   INDUKT.L1=2.01E-6
```

PROGRAMM 32

```
RUN
ELEKTRISCHE LAENGE DER LEITUNG
LM,EP
?40
4
L=80
REFLEKTIERTE LEISTUNG
R,PH
?0.8
?1
PR=0.6399
A. ABSCHLUSSW. VERBR. LEISTUNG
PAB=0.36
STEHWELLENVERHAELTNIS  S UND ANPASSUNGSFAKTOR M
STEHWELLENV.S=-9.2   M=-0.111
ELEKTRISCHE LAENGE B.Z.ERST.SPAN.MINIM.
LAM,PHI
?200
?60
LX=650
PHASENWINKEL DES REFLEKTIONSFAKTORS
LX,LAM
?50
?100
PHI=180
BETRAG D. EINGANGSWI.BEI RAB=0
Z,L,LAM
?60
?50
?70
REI=292
L/LAM<LAM/4,REI INDUKTIV
RESONANZ DURCH KAPAZITAET
FO,LK,LAM
?1.5E+7
?30
?50
C=1.28E-10
RAB GEGEN UNENDLICH
REI=13.69
```

PROGRAMM 33

```
RUN
HORIZONTALANTENNE
STAT.KAP.U.INDUKTI.
D,LE,H
?0.2
?4000
?1000
C=217.28
L=82.47
DYNAMISCHE KAP.U.INDUKTI.
CDY=139.06   LDY=52.7
WELLENWIDERSTAND
Z=618.37
VERTIKALANTENNE L1, D  ?4000 ?0,2
LVE=80415.26  CVE=220
BETRAG D. EINGANGSWIDERST.
Z1,L1,LAM
?200
?30
?100
REI=64.98
VERLAENGERUNGSPULE U. VERKUERZ.KOND.
LV,LK,LAM2,ZV
?20
?35
?100
?400
LVL=4.09852   CVK=409.90
STRAHLUNGSWIDERSTAND
HW,LAM
?10
?50
RS=63
LDY,CDY
?1E-5
?2E-10
FO=3.55E+5
```

PROGRAMM 34

```
RUN
GRENZFREQUENZ FG=BEGINN DES SPERRBEREI.
NENNWERT DES WELLENWIDERSTANDES Z
```

```
ABSCHLUSSWIDERSTAND R ?200
Z=200   ZT=250   ZPI=160
INDUKTIVITAET U.KAPAZITAET
R,FG
?200
?10000
L=3.18E-3    C=7.95E-8
T-GLIED
LAENGSZWEIG JE EIN L
QUERZWEIG ZWEIMAL C
PI-GLIED
LAENGSZWEIG ZWEI L
QUERZWEIG JE EIN C
DAEMPFUNG IM SPERRBEREICH-A
F/FG=X,ANFANGSW.XA, ENDW.XE,SCHRITTW.S
XA,XE,S
?1
?4
?0.5
0       1
1.92    1.5
2.63    2
3.13    2.5
3.52    3
3.89    3.5
4.12    4
HOCHPASS
T-GLIED
LAENGSZWEIG JE EIN C
QUERZWEIG  L/2
PI-GLIED
LAENGSZWEIG C /2
QERZWEIG JE EIN L
DAEMPFUNG A (X<1)
BANDPASS
FG2,FG1
?10000
?8000
C1=1.98-8  C2=3.97E-7  L1=1.59E-2
L2=3.95E-4
T-GLIED
LAENGSZWEIG  C,L1 U.C1,L1
QUERZWEIG  0.5L2,ZWEIMAL C2
PI-GLIED
```

LAENGSZWEIG ZWEI L1,0.5C1
QUERZWEIG ZWEI(C2,L2)
DAEMPFUNG A BE TRAG X
DAEMPFUNG A=LOG(X+SQR(X^2-1))

REIHT DIE DAEMPFUNG IM SPERRBEREICH
NICHT AUS,SIND DIE GLIEDER ZU ERHOEHEN

PROGRAMM 35

```
RUN
SPIEGELTIEFE Q>1,FLACHER SPIEGEL
Q<1,TIFER SPIEGEL,OPTIMALWERT Q=2.5
Q?2,5
W?20
SPIEGELDURCHMESSER MINIMAL 10*W
SPIEGELDURCHMESSER D?200
BRENNWEITE F=79.056
B=6250 D=200  P=158.11
HALBWELLENDIPOL IM BRENNPUNKT
MASCHEN DRAHTWEITE MA=14.14
ANTENNENGEWINN G=924
G IN DB,Z=29.63
OEFFNUNGSWINKEL IN GRAD OE=7.1
ANGABE DER PARABEL
XA,XE,S
?1
?60
?5
Y         X
17.78      1
43.55      6
58.97      11
71.13      16
81.49      21
90.67      26
99        31
106        36
113        41
120        46
126        51
133        56
```

PROGRAMM 36

```
RUN
TIEFPASS
FG?1000
CB?1E-9
RB=1.59E+5
C1=1.4    C2=0.707
AMPLITUDENGANG
XA,XE,S
?0
?7
?1
1
0.707     -3.00
2
0.242     -12.23
4
0.039     -27.94
6
0.0204    -33.78

HOCHPASS
FG?3000
GB=1.88E-5
R1=3.75E+4    R2=75E+4
C1=1  C2=1
AMPLITUDENGANG
XA,XE,S
?0.001
?4
?1
1.001
0.97      -0.26
2.001<
0.99389    -0.063
4.001
O.999     -0.0169
Q
?0.5
-6,01
```

PROGRAMM 37

```
RUN
RESONANZFREQUENZ ?146
INNENDURCHMESSER D.RESONATORRAUMES ?3
MITTL. DURCHM.D.SPULE 1.65
WINDUNGEN W=10.95
CM/WND=0.225
LAENGE D.SPULE H=2.46
LAENGE D.RESONATORRA.=3.965
L=4.01
LX=59.77
VK=28.01
QL=780.31  V=1.494
DRAHTDURCHM.D.SPULE DD=0.1235
```

PROGRAMM 38

```
RUN
AUSFUEHRUNG D.SPULE (QUADRATISCH)
AUSSERES MASS DER SPULE ?30
LEITERBAHNBREITE LB ?0.5
LEITERBAHNABSTAND ?0.5
WIEVIEL WINDUNGEN ?15
INDUKTIVITAET L=504.89
```

PROGRAMM 39

```
RUN
EINLAGIGE ZYLINDERSPULE
W,D,LE
?20
?2
?5
LZ=2.711
L EINER RINGSPULE
MYR,F,W,LE
?100
?1
?50
?5
MY=1.256E-6
LR=7.88
L EINER HF-EISENKERNSPULE
```

```
MYR,Q,LE
?200
?1
?2
AL=1.256E-6
LF=3.14
L EINER EISENKERNSPULE
MYR,W,LE,Q
?500
?100
?5
?1
LFE=0.0125
LL,MYR,Q
?0.05
?1
?2
LFE,Q,MYR
?4
?2
?600
GES.MAGN.LEITWERT
ALG=2.35E-7
LFG=2.35E-3
INDUKTIONSSPANNUNG
DI,DT,L
?1
?5E-3
?1
UI=200
```

4.1.4. Grafik

PROGRAMM 40

PROGRAMM 41

```
RUN
NACH VOLLENDUNG DER FIGUR VERSHWINDET
DIESE, KOMMT ABER WIEDER! DURCH AENDERUNG
VON ZEILE 90 GOTO 90 BLEIBT DIE FIGUR
STEHEN
```

PROGRAMM 42

RUN
ZUERST WERDEN DIE ACHSEN GEZEICHNET.
DANACH BEIDE FIGUREN SOFORT

PROGRAMM 43

RUN
FIGUR BLEIBT STEHEN (BILD)

PROGRAMM 44

NACH EINGABE VON RUN ERSCHEINT JEWEILS
AUF DEM BILDSCHIRM DIE FIGUR
KREIS MIT VERSCHIEDENEN RADIEN
RUN
ES ERSCHEINT DER KREIS MIT DEM GROESST.
RADIUS (BILD)
EIN ANDERER RADIUS
?20

PROGRAMM 45

RUN
ES ERSCHEINT SOFORT DIE FIGUR (BILD)

PROGRAMM 46

RUN
DIE FIGUR IST SOFORT DA (BILD)

PROGRAMM 47

RUN
KREIS IST SOFORT IN GRAFIK VORHANDEN.
OHNE DEG WIRD EIN STREN GEZEICNET
(BILD)

4.1.5. Verschiedenes

PROGRAMM 48

RUN
EINGABE DER ZEIT IN ST,MIN,S
?9
?58

```
?45
DANN DAS BILD AUF DEM BILDSCHIRM
ST=9   MIN=58   S=45
  .    .    .
  .    .    .
FORTLAUFEND
BEENDIGUNG DURCH RESET O.AE.
```

PROGRAMM 49

```
RUN
DIESES PROGRAMM ORDNET BUCHSTABEN IN
ALPHABETISCHER REIHENFOLGE
GIB EIN WORT EIN
?KARUSSEL
AEKLRSSU
GIB EIN WORT EIN
?ICH GEHE AUF DER STRASSE
AACDEEEEFGHHIRRSSSTU
(ES WERDEN AUCH MEHRERE WORTE GEORDNET)
```

PROGRAMM 50

```
RUN
NAME ? MEIER
MEIER,29034
NAME ? OTTO
NICHT VORHANDEN
```

5. Bilder

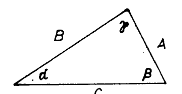


Bild 1 Programm 3

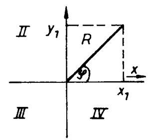


Bild 2 Programm 4

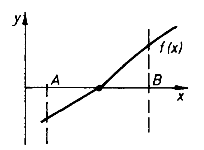


Bild 3 Programm 7

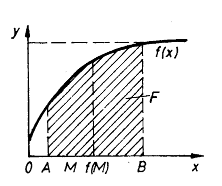


Bild 4 Programm 9

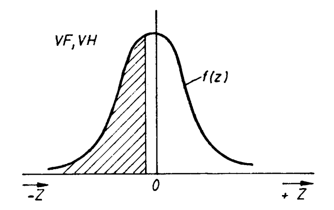
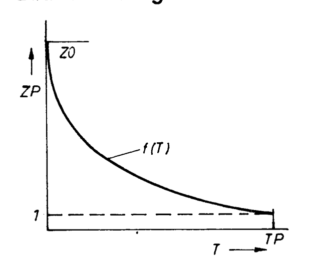


Bild 5 Programm 13



Programm 15

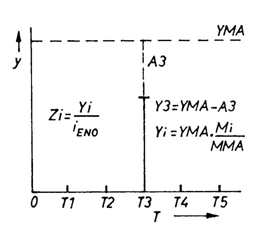


Bild 7 Programm 17

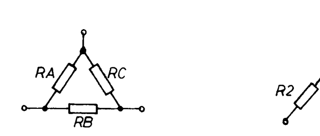


Bild 8 Programm 18

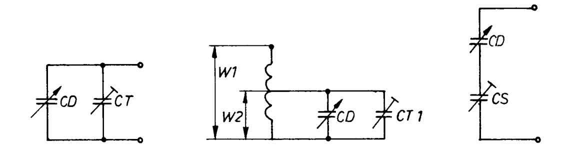


Bild 9 Programm 24

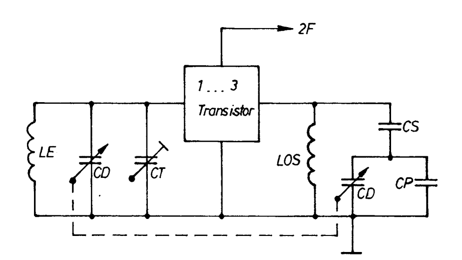


Bild 10 Programm 25

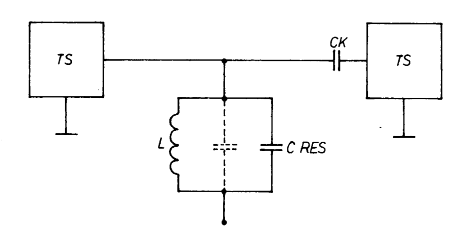


Bild 11 Programm 29

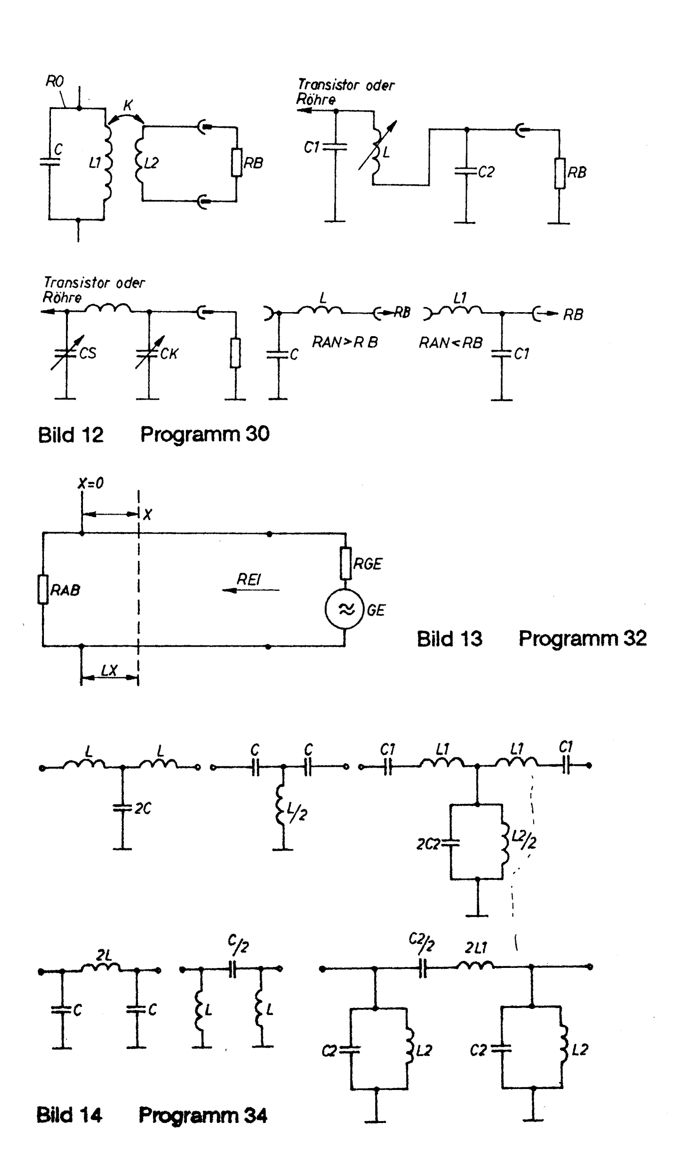


Bild 12 Programm 30

Bild 13 Programm 32

Bild 14 Programm 34

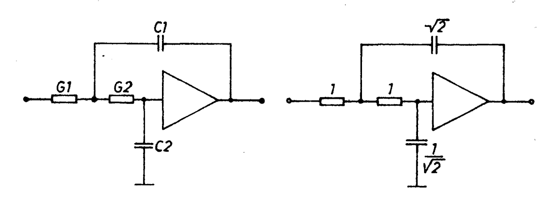


Bild 15 Programm 36

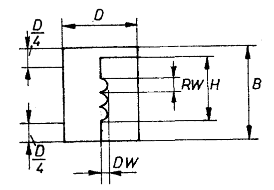


Bild 16 Programm 37

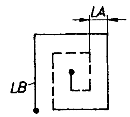


Bild 17 Programm 38

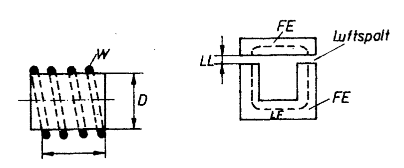


Bild 18 Programm 39

Bild 4.40
RUN zum Programm 40

Bild 4.41
RUN zum Programm 41

Bild 4.42
RUN zum Programm 42

Bild 4.43
RUN zum Programm 43

Bild 4.44
RUN zum Programm 44

Bild 4.45
RUN zum Programm 45

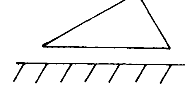


Bild 4.46
RUN zum Programm 46

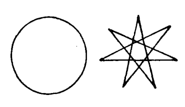


Bild 4.47
RUN zum Programm 47

6. Literatur

[1] H. Voelz, U. Grote; BASIC Einmaleins des Programmierens. URANIA-Verlag, Leipzig 1987.

[2] R. Busch; BASIC für Einsteiger. Francis-Verlag, München 1985.

[3] P. Heblik; Wissensspeicher BASIC. VEB Verlag Volk und Wissen, Berlin 1986.

[4] St. Kober; Einführung in BASIC (electronica 234). Militärverlag der DDR (VEB), Berlin 1986.

[5] S. Müller; Programmieren mit BASIC, Band 216. VEB Verlag Technik, Berlin 1985.

[6] U. Brückner; Kleincomputer leicht verständlich. VEB Fachbuchverlag, Leipzig 1986.

[7] D. Werner; BASIC für Mikrorechner. VEB Verlag Technik, Berlin 1987.

[8] R. Hopfer, R. Müller; BASIC Einführung in das Programmieren. VEB Fachbuchverlag, Leipzig 1986.

[9] P. Fischer; BASIC für Anfänger. Verlag Die Wirtschaft, Berlin 1987.

[10] H. Tiefenthal; BASIC Programme für Elektrotechnik und Amateurfunk. Verlag für Technik und Handwerk, 1986.

[11] O. Kronjäger; Amatuertechnik. Militärverlag der DDR (VEB), Berlin 1973.

[12] O. Kronjäger; Frühausfallphase elektronischer Erzeugnisse. VEB Verlag Technik, Berlin 1987.

[13] W. Gilde, S. Altrichter; Mehr Spaß mit dem Taschenrechner. VEB Fachbuchverlag, Leipzig 1982.

[14] H. J. Kowalski; Aktive RC-Filter (electronica 193). Militärverlag der DDR (VEB), Berlin 1981.

Diese Broschüre enthält Computerprogramme in BASIC, welche den Amateurelektronikern Hilfestellung bei der Lösung von Aufgaben in ihrem Hobbybereich bieten. Sie erhalten weiterhin Programmvarianten zur Aufstellung von Testergebnissen und der Qualitätssicherung. Daran folgend werden vom Autor Serviceprogramme zur Mathematik und Pseudo-Grafik angeboten. Als besonders nutzerfreundlich und praxisorientiert sind die jeweiligen Erläuterungen zu den Programmen zu bezeichnen, welche letztlich als Ergebnis in einer RUN-Abarbeitung prüfbar sind.

ISBN 3-327-00945-7

00250